Aus dem Bundesgesundheitsamt
Max von Pettenkofer - Institut
Abteilung für Veterinärmedizin, Berlin-Dahlem
Leiter: Ltd. Dir. u. Prof. Dr. D. Großklaus

und dem

Institut für Fleischhygiene und Schlachthofkunde der
Veterinärmedizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. G. Bergmann

Vergleichende Untersuchungen über die indirekte Fluoreszenzserologie und die Trichinoskopie zum Nachweis der Trichinellose

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Rainer Lötzsch
Tierarzt aus Brandenburg/H.

Berlin 1970
Journal-Nr. 693

Aus dem Bundesgesundheitsamt
Max von Pettenkofer - Institut
Abteilung für Veterinärmedizin, Berlin-Dahlem
Leiter: Ltd. Dir. u. Prof. Dr. D. Großklaus

und dem

Institut für Fleischhygiene und Schlachthofkunde der
Veterinärmedizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. G. Bergmann

Vergleichende Untersuchungen über die indirekte Fluoreszenzserologie und die Trichinoskopie zum Nachweis der Trichinellose

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Rainer Lötzsch
Tierarzt aus Brandenburg/H.

Berlin 1970
Journal-Nr. 693

Gedruckt mit Genehmigung der
Veterinärmedizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin

Dekan: Prof.Dr. K. Bronsch
Referent: Prof.Dr. G. Bergmann
Korreferent: Prof.Dr. J. Boch

Tag der mündlichen Prüfung: 11. 2. 1970

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

MEINEN ELTERN
IN DANKBARKEIT GEWIDMET

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546512_0065

Inhaltsverzeichnis

A.	Einleitung	1- 2
B.	Literatur	3-39
I.	Verbreitung der Trichinellose	3-18
1.	Deutschland	3-12
2.	USA	12-14
3.	Europa	15-18
II.	Zur Biologie der Trichinella spiralis	18-21
1.	Morphologie	18-19
2.	Entwicklung	19-21
III.	Nachweismethoden der Trichinellose	22-37
1.	Direkte Nachweisverfahren	22-30
	a) Trichinoskopie	22-28
	b) Digestion	28-30
2.	Indirekte Nachweisverfahren	31-37
	a) Indirekte Fluoreszenzserologie (IFAT)	31-37
	b) Andere Methoden	37
IV.	Verwandtschaftliche Beziehungen der Trichinellen zu anderen Parasiten	38-39
C.	Eigene Versuche	40-54
1.	Material und Methodik	40-44
2.	Ergebnisse	45-54
D.	Besprechung der Ergebnisse	55-61
E.	Zusammenfassung	62-63
F.	Literaturverzeichnis	65-73
	Lebenslauf	74

A. Einleitung

In jüngster Zeit, besonders nach der Veröffentlichung von RUITENBERG, KAMPELMACHER und BERKVENS (1967) aus den Niederlanden, steht die Frage zur Diskussion, ob die in Deutschland gesetzlich vorgeschriebene Trichinenschau (Trichinoskopie) nicht durch ein anderes Nachweisverfahren ersetzt werden kann. In diesem Zusammenhang wird auf die Indirekte Fluoreszenz-Antikörper-Technik hingewiesen.

Die überwiegend von ausländischer Seite erhobenen Bedenken gegen die Trichinoskopie stützen sich im wesentlichen auf zwei Argumente:

1. Die trichinoskopische Untersuchung für den Nachweis von geringgradig mit Trichinellen befallenen Tieren soll nicht empfindlich genug sein.
2. Die trichinoskopische Untersuchung ist zu aufwendig und kostspielig.

Nach § 13 des Fleischbeschaugesetzes in der Fassung des Gesetzes zur Änderung des Fleischbeschaugesetzes vom 15.3.1960 (BGBl.I.S.186) -FG- unterliegt das in das Zollinland eingehende Fleisch bei der Einfuhr einer amtlichen Untersuchung unter Mitwirkung der Zollbehörden. Hierzu gehört auch das in das Zollinland eingeführte Fleisch trichinenschaupflichtiger Schlachttiere. Nach den §§ 15-20 der Verordnung über die Untersuchung des in das Zollinland eingehenden Fleisches vom 8.3.1961 (BGBl.I.S.143)(Auslandsfleischbeschau-Verordnung -AFV-) ist auch bei Schweinen, Wildschweinen, Bären u.a. fleischfressenden Tieren, die Träger von Trichinen sein können, die Trichinenschau durchzuführen.
Die Folgen sind ein Kostenmehraufwand und eine zwangsläufige Verzögerung im innereuropäischen Handelsverkehr mit diesen Waren, die aber im Hinblick auf den Gesundheitsschutz des Verbrauchers in Kauf genommen werden müssen.

Aus diesen Gründen soll im Rahmen dieser Arbeit geprüft werden, ob die Indirekte Fluoreszenz-Antikörper-Technik ein ausreichend empfindliches und spezifisches Diagnoseverfahren für die Trichinellose bei Schlachtschweinen darstellt und wie sie im Vergleich zu der in Deutschland vorgeschriebenen trichinoskopischen Untersuchung zu bewerten ist.

B. Literatur

Die Entdeckung der Trichine erfolgte durch den englischen Studenten James PAGET im Jahre 1835. Durch OWEN erhielt sie den Namen Trichina spiralis. Später wurde der Parasit aus Gründen der zoologischen Systematik in Trichinella spiralis umbenannt, da der Name Trichina bereits für eine Dipterenart vergeben worden war.
Über die historische Entwicklung der Aufklärung des Trichinellenzyklus berichtete KASECKER (1951), so daß darüber an dieser Stelle nicht besonders eingegangen werden soll.

Anhand der Literatur soll aber versucht werden, zunächst eine Darstellung von der Verbreitung der Trichinellose in Deutschland und anderen Ländern zu geben.

Bei der Analyse der Trichinellosesituation eines Landes sind drei epidemiologische Bereiche zu erfassen, die zahlenmäßig jedoch nicht immer in vollem Umfang ermittelt werden können:

a) Der Befall der Schlacht s c h w e i n e mit Trichinellen.
b) Die Verbreitung der klinischen und latenten Trichinellose des M e n s c h e n .
c) Das Vorkommen der Trichinellen bei W i l d tieren.

Es ist naheliegend, die dafür erforderlichen Erhebungen zuerst über die Trichinellose beim Tier anzustellen, da die Erkrankung des Menschen durch Trichinellen nur über den Verzehr rohen, trichinösen Fleisches vom Tier entstehen kann.

I. Verbreitung der Trichinellose

1. D e u t s c h l a n d

a) Bei Schlachtschweinen

Den ausdrücklichen Forderungen VIRCHOWS, PAGENSTECHERS und KÜCHENMEISTERS nach einer einheitlichen Trichinenschaugesetzgebung ist es zu verdanken, daß im Jahre 1877 die Trichinenschau in Preußen obligat wurde.
1889 gelangte sie überall im Reich zur Einführung (RASCHKE, 1955) und wurde am 3.6.1900 durch das Reichsfleischbeschaugesetz, das 1903 in Kraft trat, gesetzlich

geregelt (LERCHE, BARTELS und KELCH, 1961).

Aber erst seit 1937 gibt es in Deutschland eine obligatorische und einheitlich durchzuführende Trichinenschau, nachdem am 15.4.1937 auch die Hausschlachtungen in das Gesetz einbezogen worden waren.

Erste genaue und umfangreiche Angaben über das Vorkommen der Trichinellen bei den heimischen Schlachtschweinen stammten aus dem norddeutschen Raum. Sie wurden von OSTERTAG (1913) in mehreren Statistiken niedergelegt. Nach Ergänzung mit den Aufzeichnungen anderer Autoren sind sie in Tabelle 1 dargestellt. Danach ist in den beiden Ländern Preußen und Sachsen seit der gesetzmäßigen Einführung der Trichinenschau eine stetige rückläufige Tendenz des Befalls bei Schlachtschweinen festzustellen.

Tab. 1

1. Königreich P r e u ß e n :

Jahr	als trichinös befundene Schweine in %	Autor, Jahr
1878	0,048	SEIFERT, 1930
1878 - 1885	0,061 - 0,048	OSTERTAG, 1913
1886 - 1892	0,033 - 0,043	ders.
1896	0,021	ders.
1899	0,014	ders.
1902	0,011	ders.
1906	0,005	SEIFERT, 1930

2. Königreich S a c h s e n :

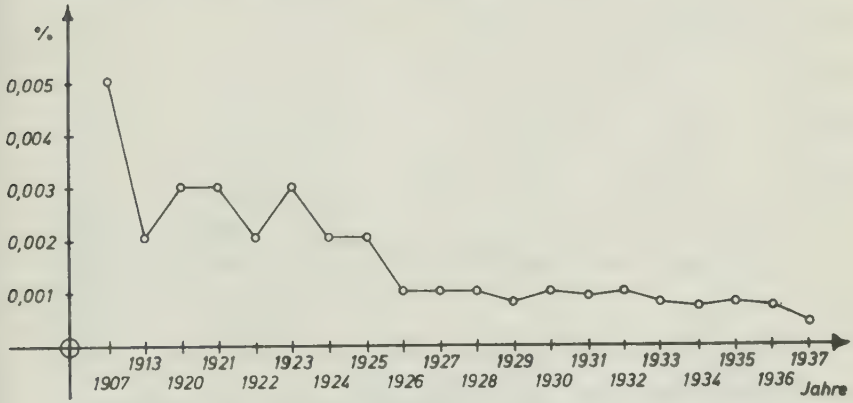
Jahr	als trichinös befundene Schweine in %	Autor, Jahr
1891	0,014	OSTERTAG, 1913
1895	0,012	ders.
1896	0,0102	RASCHKE, 1955
1899	0,004	OSTERTAG, 1913
1902	0,0056	ders.
1906	0,003	RASCHKE, 1955
1923	0,001	ders.

Die Trichinellenfunde in den Jahren 1907 - 1937 sind nach den Statistiken des Deutschen Reiches (RASCHKE, 1955) in Abbildung 1 graphisch dargestellt.

Hiernach hat sich die Anzahl der trichinösen Schlachtschweine innerhalb von 30 Jahren von 0,005% auf 0,0004% fast gleichmäßig verringert.

Abb. 1

Ergebnisse der Schlachttier- und Fleischbeschau aus den Jahren von 1907 - 1937



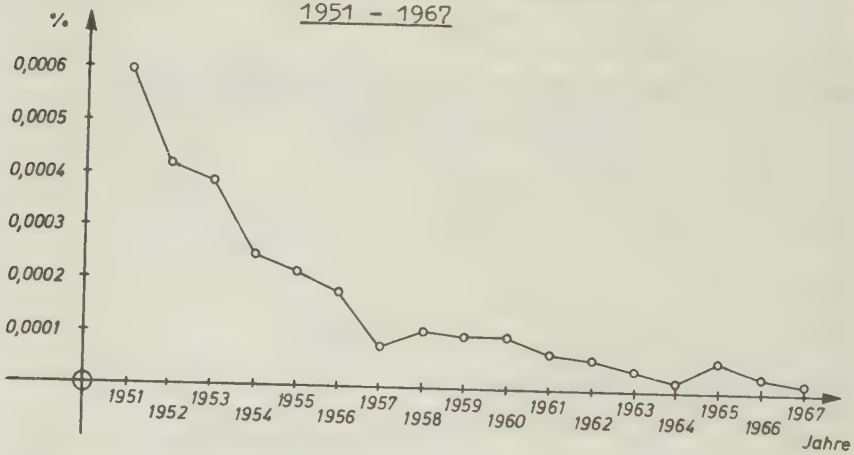
Über die Trichinenfunde in den Jahren nach dem Ende des 2.Weltkrieges bis zur Gründung der BRD ist nur wenig bekannt.

BARTELS (1952) berichtete, daß in den Jahren 1945 - 1950 im Bundesgebiet bei 74 Inlandschweinen Trichinellen gefunden wurden. Da diese Angaben keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, besteht die Möglichkeit, daß die tatsächliche Zahl noch höher lag. Außerdem sind nach BARTELS häufig Trichinellen in importierten amerikanischen Speckseiten gefunden worden.

Das Vorkommen der Trichinella spiralis bei Schlachtschweinen in der Bundesrepublik Deutschland in der Zeit von 1951 - 1967 demonstriert die Abbildung 2. Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf die von STEIGLER veröffentlichten Zahlen aus dem Statistischen Bundesamt.

Abb. 2

Trichinenfunde bei Schweinen im Bundesgebiet von 1951 - 1967



Die Kurve verdeutlicht folgende Trichinellosesituation:

Die Trichinenfunde bei den Schlachtschweinen im Bundesgebiet gingen in den Berichtsjahren 1951 - 1957 von 0,000 600 auf 0,000 100% zurück. Am Ende dieser Periode deutete sich die Möglichkeit an, daß bei gleichbleibender Tendenz in absehbarer Zeit die Trichinellosefreiheit erreicht sein würde. Diese Hoffnung erfüllte sich jedoch nicht; denn in den darauffolgenden Jahren sank die Zahl der Trichinenfunde nur unmerklich ab.

Auch wenn im Jahr 1967 bei 25 544 593 geschlachteten und untersuchten Schweinen nur 5 trichinöse Tiere (= 0,000 020%) gefunden wurden, so wird dadurch doch deutlich, daß selbst heute noch vereinzelt mit Trichinellen befallene Schweine zur Schlachtung gelangen.

b) Beim Menschen

Nachdem LEIDY (1846) die Trichinellen in der Muskulatur des Schweines nachgewiesen hatte, vermutete LEUCKART (1860), daß sich der Mensch durch den Genuß von Schweinefleisch mit Trichinellen infizieren kann. Schließlich war es ZENKER (1860), der die Bedeutung der Trichinellen als Krankheitserreger für den Menschen erkannte.

Schon bald nach dieser Erkenntnis mußte man Massenerkrankungen registrieren, die durch Trichinellen hervorgerufen worden waren.

KOLBE (1940) faßte sie tabellarisch zusammen:

Jahr	Ort	Erkrankungen	Todesfälle
1863	Hettstedt	100	28
1864	Hannover	300	-
1865	Hedersleben	337	101
1866	Greifswald	140	1
1867	Magdeburg	240	16
1867	Halberstadt	100	20
1873	Wernigerode	100	1
1873	Chemnitz	194	3
1874	Linden	400	40
	Summe:	1911	210

Die Mortalität dieser 1911 Fälle lag somit im Durchschnitt bei 11%.

Insgesamt waren nach LAMINA (1961) in Deutschland in den Jahren 1860 - 1890 14 817 Menschen an Trichinellose erkrankt, davon nahmen 5-6% der Fälle einen tödlichen Ausgang.

Nach einem vorübergehenden Rückgang der durch Trichinellen verursachten Erkrankungen des Menschen um die Jahrhundertwende berichtete LAMINA (1963) von einem erneuten Anstieg während des 1.Weltkrieges (550 Fälle in den Jahren von 1910 - 1919) und von vier größeren Epidemien zwischen den beiden Weltkriegen:

1922	in Erlangen	100 Fälle
1924	in Weingarten	150 Fälle
1926	im Vogtland	100 Fälle
1930	in Stuttgart	88 Fälle

Nach den ergänzenden Berichten von KATHE und PETERS (1943) aus dem Gesundheitsstatistischen Auskunftsbuch für das Deutsche Reich wurden zwischen 1925 und 1939 insgesamt 298 Trichinosefälle festgestellt, von denen 24 (= 8%) tödlich endeten.

LAMINA (1963) vermutete, daß von 1939 bis 1944 insgesamt 1520 Menschen an Trichinellose erkrankt waren.

In den Nachkriegsjahren sind drei Epidemien aufgetreten, die teilweise auf den Verzehr von Wildschweinfleisch oder Bärenschinken zurückgeführt wurden:

1949	in Hammelburg	36 Fälle	LENTZE (1949)
1951	in Düren	30 Fälle	SCHWONZEN (1951)
1951	in Meschede	436 Fälle	PETRASCH und GAASE (1951)

Bis zum Jahre 1967 liegen keine Berichte über Trichinellenerkrankungen größeren Ausmaßes vor.

Im Juli 1967 erkrankten plötzlich 486 Personen in Diez a.d. Lahn an Trichinellose (HENNEKEUSER et al. 1968; MANZ, 1968). Damals verstarb eine 80-jahrige Patientin. Es gilt als gesichert, daß die Infektion von einem geschlachteten, trichinösen Schwein ausging.

Eine Zusammenstellung des aufgeführten Zahlenmaterials über die klinische Trichinellose des Menschen ist in Tabelle 2 gegeben.
Hiernach ist seit dem fast hundertjährigen Bestehen der Trichinenschau ein starker Rückgang der menschlichen Trichinellose festzustellen. In Krisenzeiten, so z.B. in Kriegen, stiegen die Erkrankungsziffern an. Die Ursache mag hierbei in den gehäuft durchgeführten Schwarzschlachtungen liegen. Die relativ hohe Zahl von durchschnittlich 30,3 Fällen/Jahr in der Zeit von 1952 - 1967 wird vornehmlich durch die Epidemie in Diez begründet.

Ob diese Massenerkrankung durch ein Versagen der Trichinenschau verursacht wurde, ist wohl noch ungeklärt.

Tab. 2

Jahre	Trichinellose-fälle	durchschnittliche Anzahl/Jahr
1860 - 1890	14 817	477,97
1910 - 1914	184	36,80
1915 - 1919	366	73,20
1920 - 1924	250	50,00
1925 - 1939	298	19,87
1939 - 1944	1 520	253,33
1945 - 1951	502	71,71
1952 - 1967	486	30,38
1860 - 1967	18 423	170,58

Über die latente Form der Trichinellose des Menschen in Deutschland liegen nur wenige Berichte vor. Gezielte Forschung auf diesem Gebiet haben vor allem SCHOOP und LAMINA (1964) betrieben.
Sie untersuchten in den Jahren 1954 - 1964 950 Leichen auf Trichinellen. Parasiten fanden sie nicht. Unter Berücksichtigung der von RASCHKE (1956) ermittelten zwei positiven Befunde bei 764 Leichen, errechneten sie einen theoretischen Wert, der besagt, daß 0,5% der deutschen Bevölkerung mit Trichinellen befallen sein könnten.

c) Das Vorkommen der Trichinellen bei Wildtieren

Hierzu stellt sich zwangsläufig die Frage, ob sich unter den wild lebenden Tieren ein natürliches Reservoir für den Parasiten befindet.
Die Klärung dieser Frage ist insofern wichtig, als sich daraus eventuell neue Aufgaben zur Verhütung der menschlichen Trichinellose ergeben können.

ZENKER (1860) sah im Schwein noch den eigentlichen Trichinellenverbreiter; denn trichinöse Schweinefleischabfälle

wurden damals, in Unkenntnis der Gefahr, fast ausnahmslos der freien Natur überlassen oder wieder an Schweine verfüttert. Als mit der Einführung der Trichinenschau das Schwein als Parasitenwirt systematisch eleminiert wurde, schenkte man der Ratte als Trichinenträger besondere Beachtung.

Der Invasionszyklus der Trichinellen von Ratte - Schwein - Ratte - Ratte - Schwein - Ratte galt früher als gesichert. Man versuchte, diesen Kreislauf durch großangelegte Untersuchungen von Ratten in Schlachthöfen, Tierfarmen usw. zu beweisen. Dabei wurden in Amerika z.B. ein 30 bis 50%-iger und in Norwegen sogar ein 75%-iger Trichinellenbefall festgestellt. Sicherlich sprechen diese Zahlen in den Ländern ohne obligatorische Trichinenschau für einen derartigen Übertragungsmodus. Werden jedoch die mit Trichinellen befallenen geschlachteten Tiere nach § 32 (1) 15 der Ausführungsbestimmungen A (AB.A) zum FG untauglich zum Genuß für Menschen und nach § 7 (5) FG ordnungsgemäß unschadlich beseitigt, dann hat die Ratte keine Möglichkeit, trichinoses Schweinefleisch aufzunehmen. Der Kreislauf wird unterbrochen.

Jedoch berichtete LAMINA (1963), daß Ratten und Mäuse in Deutschland seit der Jahrhundertwende eine untergeordnete Rolle bei der Übertragung von Trichinellen auf Schweine spielen, da sie nur eine minimale Befallsquote von höchstens 1,0% aufweisen.

STÄUBLI stellte schon 1909 eine Theorie über das Abreißen der Trichinellen-Invasionskette auf. Diese besagt, daß Ratten nach Verzehr trichinösen Schweinefleisches meistens in ihrer Muskulatur sehr viele Trichinellen beherbergen. Die Invasion überstehen sie ohne gesundheitliche Schädigung. Erst beim Auffressen dieser Nager durch ihre Artgenossen erliegen diese der überstarken Invasion. Da sie dann bereits zwischen dem 8. und 12. Tag verenden, die Muskeltrichinellen aber erst 15 Tage p.i. eingekapselt sind, und vor der Encystierung stehende Trichinellen bei der Einwirkung des Magensaftes absterben, so ist der Kadaver der Ratte zu dieser Zeit noch gar nicht "infektiös".

Ebenso vertrat SCHOOP (1940) die Ansicht, daß es selbstständige Trichinellenenzootien unter Ratten nicht gibt. Es besteht aber kein Zweifel, daß zuweilen auch heute noch die Ratte Überträger des Parasiten sein kann. So beschrieb BLENDINGER (1968) einen Trichinellosefall bei einer alten Muttersau, die mit ziemlicher Sicherheit trichinöse Ratten aufgenommen hatte.

Nachdem durch die obligatorische Trichinenschau das Schwein selbst und hiermit auch die Ratten als Trichinellenreservoir weitgehendst ausgeschieden waren, wurde zu Recht die Frage nach den Gründen weiterer Trichinellosefälle bei den Schlachtschweinen gestellt.

Die ersten Hinweise gaben einige Trichinelloseepidemien, die im Anschluß an den Genuß von Wildschwein- und Dachsfleisch oder Bärenschinken aufgetreten waren.

So stellten SCHOOP und SCHADE (1939) den Zusammenhang zwischen den wild lebenden Fleischfressern, vor allem Fuchs und Dachs, und der Schweinetrichinellose fest.

LAMINA (1963) schätzte, daß sich unter einer Fuchspopulation von 650 000 Tieren im Jahr 1963 in Deutschland, bei einer angenommenen Verseuchung von nur 2,5%, 16 250 infizierte Tiere befinden.

Auch das Schwarzwild scheint erheblich mit Trichinellen befallen zu sein. So berichtete STEIGLER (1967) über 658 trichinöse Wildschweine in den Jahren 1963 - 1965.

Die große Zahl der noch heute verseuchten Wildtiere weist auf die Gefahr einer Trichinelloseverbreitung hin, die von diesem Reservoir ausgehen kann, wenn die Kadaver des erlegten Wildes nicht konsequent von Karnivoren ferngehalten bzw. auf Trichinellen untersucht werden.
Aufgrund dieser Erkenntnis wurden auch Füchse, Dachse, Wildschweine, Bären, Sumpfbiber, Katzen und andere fleischfressende Tiere, die Träger von Trichinellen sein können, sofern das Fleisch zum Genuß für Menschen verwendet werden soll, der Trichinenschau unterworfen.

Durch Verordnung vom 30.7.1941 wird darüber hinaus bestimmt, daß Fuchs- und Dachsfleisch, das gemäß § 1 (3) FG nicht der Trichinenschau unterliegt, durch Vergraben, Kochen, Verbrennen oder in einer Tierkörperbeseitigungsanstalt unschädlich zu beseitigen ist.

2. In den U S A

Im Gegensatz zu Deutschland gibt es in den USA bis heute noch keine gesetzlich geregelte Trichinenschau.

Ihre Einführung wurde bisher wegen angeblicher Unzuverlassigkeit der Methode sowie wegen ihres hohen Kosten- und Personalaufwandes abgelehnt.
Schließlich wird auf eine mögliche Beeinträchtigung des Fließband-Schlachtbetriebes hingewiesen.

BRANDLY (1962) schätzte die Kosten auf 65 bis 75 Cents pro Tier. Umgerechnet würde sich somit die beachtliche Summe von jährlich 46,2 Mill.Dollar ergeben, wenn man die von der Federal Meat Inspection genannte Zahl von etwa 66 Mill. geschlachteten Schweinen im Jahr zugrunde legt.

Nach LAMINA (1963) und LEHMENSICK (1962) hatte man andererseits in den USA errechnet, daß eine amtliche Trichinenschau jährlich nur 3,7 Mill.Dollar kosten würde.

Bedingt durch die fehlende obligatorische Trichinenschau liegen wenige Mitteilungen uber das Vorkommen der Trichinellen bei Schweinen vor.

So stellten GOULD (1945) 1,5% mit Trichinellen befallene Tiere fest. Nach SCHWARTZ (1954) fanden sich 0,91 bis 4,41% und nach SIELAFF (1962) durchschnittlich 2,95% trichinöse Schlachttiere in den USA.

Die auffälligen Schwankungen der Trichinenfunde bei den Schweinen führte BRANDLY (1962) auf unterschiedliche Futtermittel zurück.
Die hierzu auf Veranlassung der Meat Inspection Division des Landwirtschaftsministeriums in den Jahren 1961 - 1965 an 21 417 Schweinen aus 24 Bundesstaaten mittels der Verdauungsmethode auf Trichinellen durchgeführten Untersuchungen

ergaben nach BRANDLY und MURTISHAW (1965) folgende Resultate:

a) Von 9 495 auf dem Lande gehaltenen 4,5 - 6 Monate alten Schweinen waren 11 (= 0,12%) mit Trichinellen behaftet; ihre Fütterung erfolgte ausschließlich mit Getreide.

b) Von 5 041 mit Abfällen gefütterten Schweinen (4,5 - 6 Monate) erwiesen sich 131 (= 2,6%) als trichinös.

c) Von 6 881 auf dem Lande gehaltenen 1,5 - 5 Jahre alten Schweinen waren 15 (= 0,22%) mit Trichinellen besiedelt.

Interessant ist auch die Feststellung der Autoren, daß im gleichen Zeitraum durchgeführte trichinoskopische Untersuchungen von 67 000 Schweinen nur 20 (= 0,03%) positive Funde erbrachten.
Die unterschiedlichen Mitteilungen über die Trichinellenfunde bei Schweinen in den USA scheinen demzufolge nicht nur von der Art des verabreichten Futters, sondern auch vom Untersuchungsort und von der angewandten Nachweismethode abhangig zu sein.

Neuesten Mitteilungen zufolge ist die Infektionsrate bei Schweinen in den Vereinigten Staaten seit 1950 von 11% auf 2% gefallen (N.N.,1969).

Eine ahnlich signifikante Abnahme läßt sich bei der menschlichen Trichinellose in den USA aufzeigen.
Bis 1954 galt noch jeder 6.Einwohner als Trichinellenträger. Das waren 25 Millionen der Gesamtbevölkerung (SCHWARTZ, 1954). Jahrlich kamen schatzungsweise 350 000 Fälle hinzu, von denen etwa 16 000 klinische Symptome zeigten. Jedoch endeten nur wenige Trichinellosen tödlich. Übereinstimmend berichteten SCHWARTZ (1954), MOST (1964) und BRANDLY und MURTISHAW (1965) von einem über 16,0% liegenden Trichinellenbefall des Menschen zu dieser Zeit.
Nach 1954 konnte ein gleichmaßiger Rückgang des Befalls verzeichnet werden.
MOST (1964) teilte mit, daß von 990 Zwerchfellproben des Menschen aus den Jahren 1948 - 1963 4,5% positiv waren.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen ZIMMERMANN, STEELE und KAGAN (1968). Sie untersuchten 5 000 Zwerchfelle, von denen 210 (= 4,2%) Trichinellen enthielten.

Die Verbreitung der Trichinellen beim Menschen und Schwein hat demzufolge seit dem Jahre 1906 um 80,0% bzw. 94,0% abgenommen (BRANDLY und MURTISHAW, 1965).

Der auch in den USA mit Erstaunen verzeichnete Rückgang der Trichinellose bei Tier und Mensch wird mit einer Reihe ineinandergreifender Ursachen begründet:

a) Ein Hygiene-Gesetz von 1953, das das Kochen sämtlicher Abfälle vorschreibt, die an Schweine verfüttert werden sollen,

b) die abnehmende Verwendung entbalgter Pelztiere als Schweinefutter,

c) Bemühungen, die Schweinefütterung auf reine Pflanzenkost umzustellen,

d) eine breitangelegte Aufklärungskampagne in der Bevölkerung über die Gefahr beim Verzehr rohen Schweinefleisches,

e) das wachsende Angebot der "ready-to-eat" Fleischprodukte aus Schweinefleisch und deren Aufbewahrung im "freezer",

f) das vereinzelt praktizierte Bestrahlungsverfahren mit Kobalt 60, wodurch die Trichinellen im Fleisch sterilisiert werden und sich somit im menschlichen Körper nicht mehr fortpflanzen und vermehren können und

g) der rückläufige pro-Kopf-Verbrauch von Schweinefleisch.

Der starke Rückgang darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß "die Trichinellose in wirtschaftlicher Hinsicht in den USA die wichtigste Krankheit der Schweine ist"(BRANDLY und MURTISHAW, 1965); denn 2% (= ca. 140 000 trichinöse Schweine) stellen noch immer eine erhebliche Befallstarke dar, die an der Spitze aller Länder steht.
Der Hund gilt in den USA im Durchschnitt als zu etwa 7,0%, die Katze zu 11,6%, die Ratte zu 2,3%, der Fuchs zu 11,9% und der Nerz zu 14,1% verseucht (LAMINA, 1963).

3. In E u r o p a

In Europa wird das Trichinellenproblem heute noch von den einzelnen Ländern unterschiedlich behandelt. In einigen Staaten erfolgt die Fleischuntersuchung auf diesen Parasiten stichprobenweise. Hierzu gehören:
Portugal, Spanien, Frankreich, Belgien, Holland, England, Island, Schweden, Finnland, Österreich und die Schweiz.
Eine obligatorische Trichinenschau haben:
Dänemark, Norwegen, Italien, Polen, Rußland und Deutschland (LEHMENSICK, 1964).

Ausführlich berichtete LAMINA (1961) über die Trichinellosesituation in den verschiedensten Ländern Europas und der übrigen Welt.
Danach sind die Verhaltnisse in Portugal, Belgien, Finnland, England, Schweden und Norwegen günstiger. Allerdings besteht in den drei zuletzt genannten Ländern ein natürliches Reservoir unter Ratten, Füchsen und Dachsen. Etwa 3,8% bis 22,8% der wild lebenden Tiere sollen mit Trichinellen behaftet sein.
Berichte über eine angebliche Trichinellenfreiheit in Frankreich werden jedoch durch 55 Trichinellenfunde bei Schweinen während des letzten Krieges in und um Paris in Frage gestellt.

Nach weiteren Angaben des Autors erkrankten in Italien von 1917 bis 1958 insgesamt 228 Personen an Trichinellose, von denen 10,0% starben.
Füchse sind zu 32,8% mit Trichinellen befallen.

In Spanien traten seit der Jahrhundertwende 13 Epidemien größeren Ausmaßes auf, in deren Verlauf etwa 10,0% der Erkrankten starben.

Dänemark scheint zur Zeit frei von Trichinellen zu sein (BARTELS, 1953).

Nach HNOLIK (1947) sind 0,0016 - 0,0165% der bis 1947 untersuchten Schweine in Österreich als trichinös befunden worden.

HÖRNING (1962) sowie BOUVIER und HÖRNING (1968) gaben eine umfassende Darstellung der Trichinellenverbreitung in der Schweiz.

Danach waren seit 1851 bis in die jüngste Zeit 26 Menschen, 3 Schweine, 86 Füchse, 21 Farmnerze, 7 Marder, 4 Nutria, 2 Hunde, 1 Katze sowie 4 Zootiere (2 Eisbären und 2 Königstiger) mit dem Parasiten befallen.

Durchschnittlich 70 000 trichinoskopisch untersuchte Schweine pro Jahr im Schlachthof Amsterdam (Niederlande) waren seit 1926 frei von Trichinellen (KAMPELMACHER, RUITENBERG, BERKVENS, 1967). Bereits 1958 stellte aber KABATNIK (1958) fest, daß bei 654 603 aus Holland in die Bundesrepublik Deutschland (Gelsenkirchen) eingeführten Schweinen zehnmal Trichinellen auftraten. Die von KAMPELMACHER et al. (1967) durchgeführten Untersuchungen an 1104 menschlichen Leichen in der Zeit von 1964 bis 1966 zeigten in keinem Fall einen positiven Befund. Die Verfasser kamen zu dem Schluß, daß Trichinella spiralis bei Mensch und Tier in den Niederlanden nicht vorkommt.
Es scheint jedoch nicht völlig gesichert, daß alle in den Niederlanden lebenden Personen frei von Trichinellen sind und daß darüber hinaus eine Trichinellosefreiheit des Menschen gleichzeitig auch eine solche der Schweine nach sich zieht. Letztere ist allein schon deswegen umstritten, da sich aus Holland stammendes Schweinefleisch bei der Nachuntersuchung in der BRD vereinzelt als trichinös erwies. So wurden Mitteilungen des Bundesministeriums für Gesundheitswesen (BMGes, 1968) zufolge bei der Auslandsfleischbeschau in den Jahren 1962 - 1966 in 53 kg aus den Niederlanden eingeführtem Schweinefleisch Trichinellen gefunden.

Nach zahlreichen Angaben aus der Literatur über die Trichinellose in Polen hat dieser östliche Nachbar Deutschlands von allen osteuropäischen Staaten am meisten mit dieser Parasitose zu kämpfen.
Von 1946 bis 1958 erkrankten jährlich etwa 400 Menschen an Trichinellose mit einer Sterblichkeit von 2,32%. Mit Hilfe des Intradermaltests wurden im Bezirk Bialystok 2 472 Personen auf Trichinellose untersucht. Davon reagierten 38,0% positiv (KOZAR et al. 1958). Bei 1 734 Personen aus dem Bezirk Miechow wurden in 59 Fällen (3,4%) positive Befunde

aufgrund des Hauttests diagnostiziert (KOZAR und KURCIO, 1964).
Autopsiematerial von 5 400 menschlichen Leichen aus den Jahren 1957 bis 1964 enthielt in 209 Fällen (3,9%) den Parasiten. Eine intensive Trichinenschau in der Zeit von 1947 bis 1961 war nach KOZAR und OGIELSKI (1964) mit ein Grund für das prozentuale Absinken der Schweinetrichinellose. Waren es 1935 noch 0,55°/oo, so betrug der trichinöse Anteil 1947 bis 1956 durchschnittlich 0,267°/oo und 1957 bis 1961 nur noch 0,168°/oo.
Hund und Katze galten von den Haustieren mit 9,3% bzw. 13,5% als stark verseucht. Den höchsten Prozentsatz unter den wild lebenden Tieren wies der Fuchs mit 18,8% auf.

Eine starke Verbreitung der Trichinellen bei Schweinen herrschte in den Nord- und Westgebieten der Sowjetunion. Unterschiedliche Funde, die beim Menschen gemacht wurden, reichten von 4,9% in der Ukraine bis 7,5% in der Bjelorussischen Republik. Dagegen war die Bevölkerung von Stavropol und Woronesh trichinenfrei. Der Trichinellenbefall wurde bei Katzen mit 16,0%, Ratten mit 3,4%, Wölfen mit 62,0%, Dachsen mit 71,0% und Füchsen mit 19,6% angegeben (KOZAR und KOZAR, 1965).

Aus diesen Angaben wird deutlich, daß heute noch große Gebiete mit Trichinellen verseucht sind, wobei der Schwerpunkt bei den wild lebenden Tieren liegt. Diese natürlichen Reservoire spielen auch in Ländern, die angeblich frei von Trichinellose sind, epidemiologisch eine beachtliche Rolle. Die zweite Gefahrenquelle liegt zusätzlich im liberalisierten internationalen Handels- und Reiseverkehr.

Dies sind die Gründe dafür, daß der Trichinellose auch in Zukunft besondere Beachtung geschenkt werden muß. Es erscheint nicht gerechtfertigt, schon heute auf Maßnahmen zur Kontrolle der Trichinellen verzichten zu können.

So hat sich auch die 1961 in Warschau gegründete "International Commission of Trichinellosis" das Ziel gesetzt, diese Weltseuche - nach vorsichtigen Schatzungen sind über 28 Millionen der gesamten Menschheit mit dem Parasiten behaftet -

eines Tages zu tilgen. Auch unter den Partnerstaaten der EWG sind seit 1968 gemeinsame vergleichende Untersuchungen im Gange (GROSSKLAUS, 1969).

II. Zur Biologie der Trichinella spiralis

1. Morphologie

Die Trichinellen sind getrennt geschlechtlich und vivipar. Die Länge der männlichen Parasiten beträgt 1,2 - 2,2 mm, die der weiblichen 3,0 - 4,8 mm. Sie kann je nach Wirtstierart schwanken. Die Dicke des Wurms liegt bei 0,05 mm. Das Kopfende ist zugespitzt, dann verbreitert sich der Körper nach dem Schwanzende hin, das abgerundet ist.

Atmungsorgane und Blutgefäße sind nicht vorhanden. Der Verdauungstrakt ist im Gegensatz zum Nervensystem voll entwickelt. Er beginnt mit dem Mund am Vorderende und dem sich anschließenden Ösophagus. Dieser wird von einem perlschnurartigen Zellkörper (Stichosoma) hufeisenförmig umgeben. Der Zellkörper besteht im Hellfeld aus hellen und dunklen Zellen und ist charakteristisch für die Trichuroideae (Superfamilie der Familie Trichinellidae).
Umstritten ist die Bedeutung der beiden seitlichen unizellulären Anhänge am Ende der Speiseröhre, den sogenannten Prodromaldrüsen. Man ordnet sie den sekretorischen Organen zu. Der Ösophagus mündet in den birnenförmigen Magen, der ungefähr auf der Grenze zwischen Vorder- und Hinterleib liegt und sich trichterähnlich in den dünnwandigen Mitteldarm fortsetzt. Der Enddarm besteht aus einem muskulösen, von einer Kutikula ausgekleideten Rohr. Der After liegt endständig.
Beim Männchen münden die Geschlechtsorgane in eine Kloake. Diese ist vorstülpbar und wird von zwei Zapfen umgeben, die bei der Kopulation der Verankerung dienen. Die weiblichen Genitalorgane bestehen aus Eierstock, Eileiter, Gebärmutter und Genitalporus, der sich etwa zwischen dem ersten und zweiten Körperfünftel befindet.
Die Haut ist chitinös, farblos, elastisch und die Körperoberfläche leicht geringelt.

Die Kutikula besteht aus zwei Schichten. Zum Körperinneren hin schließen sich ein Muskelschlauch und ein peridermales Bindegewebe an.

2. Entwicklung der Trichinellen

Gelangt mit der Nahrungsaufnahme trichinöses Fleisch in den Magen, so wird es dort durch den sauren Magensaft (Pepsin-Salzsäure-Gemisch) vorverdaut, so daß die Trichinellenkapseln, von ihrer Fleischumhüllung befreit, selbst angegriffen und aufgelöst werden können. Außerdem übt die Verdauungstatigkeit des Magensaftes einen Reiz auf die Trichinellenlarven aus, die ihrerseits aktiv mit Auswanderungsversuchen antworten. Verkalkte Kapseln bilden kein Hindernis für die Emigration der Parasiten, da schon niedrige Salzsäure-Konzentrationen genügen, um den Kalk zu lösen.

Mit dem Nahrungsfluß gelangen die freien Larven in den Dünndarm, wo ihre Entwicklung hauptsächlich in den vorderen Abschnitten vor sich geht. HEMMERT-HALSWICK und BUGGE (1934) fanden sie dort 3 Std. p.i.
Nach 5 bis 8 Std. (sämtliche Zeitangaben rechnen vom Zeitpunkt der Aufnahme des trichinösen Fleisches ab) bohren sich die Larven durch die Epithelschicht der Dünndarmmukosa und gelangen in die Propria mucosae, in der sie sich einmal häuten. Nach 20-24 Std. wandern die Zweitlarven unter erheblichen Zerstörungen des Darmepithels in das Darmlumen zurück.

Nach 36-48 Std., es erfolgten inzwischen 3 bzw. 4 Häutungen, erlangen sie Geschlechtsreife. Danach erfolgt die Kopulation der im Verhältnis 1:2 entwickelten männlichen und weiblichen Darmtrichinellen (KOTLÁN, 1960) in der Darmhöhle. Die Männchen sterben hiernach bald ab, die befruchteten weiblichen Würmer dringen wieder in die Schleimhaut bis zu den Lymphsinus ein. Dort gebären sie nach 4-6 Tagen schubweise Jungtrichinellen (Larven I).
Die Zahl der von einem Weibchen geborenen Larven beträgt nach SIEGEL (1965) zwischen 200 und 2 000. Die weiblichen Darmtrichinellen sterben etwa nach 6 bis 8 Wochen ab. Die Jungtrichinellen (0,1 mm lang und 0,006 mm dick) werden mit

dem Lymphstrom passiv über die Mesenteriallymphgefäße, die zugehörigen Lymphknoten und den Ductus thoracicus in den Blutkreislauf gespült und gelangen über den Herz-Lunge-Herz Kreislauf in alle Organe des Körpers, insbesondere in die feinen Kapillären der quergestreiften Muskulatur.

Die Jungtrichinellen, auch Wandertrichinellen genannt, sind vom 6.-20. Tag im Blut anzutreffen. In der quergestreiften Muskulatur verlassen sie die Blutbahn und bohren sich durch das Sarkolemm in die Muskelfasern ein (Myotaxis).

Maßgebend für die Ansiedlung der Wandertrichinellen im Körper sind wahrscheinlich ein hoher Sauerstoffgehalt, gewisse chemische Voraussetzungen wie z.B. Glykogen- und Phosphatreichtum (Mc COY, 1931) und ein dickes Sarkolemm. Alle drei Komponenten sind in der quergestreiften Muskulatur vereinigt. Im Herzen, das theoretisch die meisten Trichinellen beherbergen müßte, findet man sie so gut wie überhaupt nicht. Der Grund ist wahrscheinlich die reiche Verzweigung der Herzmuskelfasern und das dünne Sarkolemm (ERNST, 1957).

Lieblingssitze beim Schwein sind die Zwerchfellpfeiler und das Zwerchfell. Aber auch in den anderen vielbewegten und stark durchbluteten Muskeln wie Augen-, Zungen-, Kehlkopf-, Kau-, Schulter-, Lenden-, Zwischenrippen-, Bauch- und Hinterschenkelmuskulatur sind die Parasiten anzutreffen.

Vom 8. Tag an sind die jungen Larven gestreckt liegend in der Muskulatur zu finden. Sie wachsen in 8-14 Tagen bis zum Zehnfachen ihrer ursprünglichen Größe an (0,8 - 1,2 mm). Die befallene Muskelfaser degeneriert, und vom Perimysium aus scheidet sich als Reaktionsprodukt um die noch bewegliche Trichinelle ein hyalines Rohr ab. Währenddessen hat der Parasit sein Wachstum beendet und rollt sich nach 16 bis 17 Tagen (HEMMERT-HALSWICK und BUGGE, 1934) bzw. 16 bis 20 Tagen - oft erst am 25.-30. Tag (SCHÖNBERG, 1951) - spiralig zusammen, wobei das hyaline Rohr bauchig ausgebuchtet wird. Die Öffnungen des reaktiven Schlauches werden frühestens 3 Wochen nach dem Befall der Muskulatur durch Granulationsgewebe verschlossen (BARTELS, 1968). 5-9 Wochen p.i. ist die Kapsel vollendet, die beim Schwein zitronenähnlich aussieht.

Nachfolgende Fettbildung an den Polen der Kapsel leitet zu einer Verkalkung über, die beim Schwein frühestens nach 5 Monaten einsetzt und nach etwa 9-12 Monaten abgeschlossen ist. Auf die Lebensfähigkeit der eingeschlossenen Muskeltrichinellen braucht die Verkalkung der Kapseln keinen Einfluß zu haben. Die Trichinellen können beim Schwein bis zu 11 Jahren, beim Menschen sogar bis zu 31 Jahren entwicklungsfähig bleiben (SIELAFF, 1962).

Eine Weiterentwicklung der Muskeltrichinen ist nur durch die Aufnahme trichinenhaltigen Fleisches über einen neuen Wirt möglich, in dem sich dann nach 16 bis 21 Tagen p.i. erneut infektionstüchtige Larven in der Muskulatur befinden (SIEGEL, 1965).

III. Nachweismethoden der Trichinellose

Obwohl es eine Reihe von Diagnoseverfahren zur Feststellung von Trichinellen gibt, scheinen jedoch nur wenige dieser Methoden einen sicheren Nachweis des Parasiten zu gewährleisten.

Unabhängig von ihren Zuverlässigkeitsgrenzen unterscheidet man im wesentlichen zwischen direkten und indirekten Nachweismethoden, wobei letztere zur Gruppe der immunbiologischen Verfahren gehören.

Während bei den trichinenschaupflichtigen Tieren in Deutschland mit der trichinoskopischen Untersuchung des Fleisches nach dem Schlachtvorgang ein direktes Nachweisverfahren angewendet wird, ist man in der Humanmedizin bestrebt, eine Frühdiagnose der Trichinellose zu stellen. Dort werden deshalb die indirekten Nachweismethoden vorgezogen. Diese beruhen auf dem Nachweis von Antikörpern im Blut, die durch die Anwesenheit des Parasiten vom Körper gebildet werden, oder von allergisch-hyperergischen Reaktionen in der Haut. Erst in zweiter Linie bedient man sich im humanmedizinischen Fachbereich - vorwiegend aus statistischen Gründen - der direkten Diagnosestellung.

Umgekehrt ist versucht worden, die immunbiologischen Nachweisverfahren in die Veterinärmedizin einzuführen. Ihre Anwendung war jedoch bei den hohen Untersuchungszahlen mit großen technischen Schwierigkeiten verbunden, so daß sie schon allein aus diesem Grund problematisch erscheint.

1. Direkte Nachweisverfahren

a) T r i c h i n o s k o p i e

Die Anweisung für die Untersuchung des Fleisches auf Trichinellen ist in den §§ 37-46 AB.A des FG niedergelegt. Danach hat die Untersuchung auf Trichinellen entweder mit einem Mikroskop unter Benutzung bestimmter Vergrößerungen oder mit einem amtlich zugelassenen Trichinoskop stattzufinden.

Bei Massenschlachtungen werden in der Hauptsache die Untersuchungen mit dem Trichinoskop (Trichinoskopie) durchgeführt. Als Objektträger müssen Kompressorien aus zwei gegeneinander drückbaren Glasplatten verwendet werden, von denen die eine in gleiche Felder geteilt ist.
Die Proben sind bei ganzen Tierkörpern in der Mindestgröße einer Haselnuß aus jedem der beiden Zwerchfellpfeiler (Nierenzapfen) am Übergang in den sehnigen Teil zu entnehmen. Von jeder Probe müssen 7, also im ganzen 14, haferkorngroße Stücke aus verschiedenen Stellen möglichst am Übergang in sehnige Teile ausgeschnitten und zwischen den Gläsern des Kompressoriums so gequetscht werden, daß durch die Präparate eine gewöhnliche Druckschrift deutlich gelesen werden kann. Bei zweifelhaftem Befund ist die Untersuchung an einer weiteren Zahl von Fleischproben und Präparaten bis zur völligen Aufklärung fortzusetzen.
Sind die Zwerchfellpfeiler abhanden gekommen, so müssen zwei gleich große Ersatzproben aus dem Rippen- oder Brustbeinteil des Zwerchfells (Kronfleisch) oder aus den Bauchmuskeln entnommen werden. Wenn nur ein Zwerchfellpfeiler vorhanden ist, erfolgt hieraus eine doppelhaselnußgroße Probeentnahme.
Die trichinoskopische Untersuchung der Proben eines Tierkörpers hat der Trichinenschauer mindestens 3 Minuten lang durchzuführen, wobei er im allgemeinen an einem Tag nicht mehr als 60, höchstens jedoch 75 Tierkörper untersuchen darf. Hat vor der Probeentnahme bereits eine unzulässige Zerlegung des geschlachteten Tieres stattgefunden, so sind jedem einzelnen Fleischstück (Skelettmuskulatur) nach § 41(3) AB.A mit Bezug auf § 17,2. AFV drei haselnußgroße Fleischproben für die Trichinenschau zu entnehmen.

In der Auslandsfleischbeschau richtet sich die Trichinenschau nach den §§ 15-20 AFV bei Fleisch von Schweinen, Wildschweinen, Bären, Sumpfbibern u.a. fleischfressenden Tieren, die Träger von Trichinen sein können und in das Zollinland eingeführt werden sollen, analog zu den §§ 37-46 AB.A.

Seit dem Bestehen der mikroskopischen Trichinellendiagnostik haben sich namhafte Wissenschaftler mit der Zuverlässigkeit

bzw. Verbesserung dieser Methode beschäftigt. So standen folgende Fragen im Vordergrund der Diskussionen:
Wie hoch ist die Genauigkeit mikroskopischer bzw. trichinoskopischer Untersuchungen auf Trichinellen,

1) wenn die Larven im Tierkörper abnorm verteilt sind, d.h. wenn sie sich außerhalb der sogenannten Prädilektionsstellen befinden,
2) wenn schwachinvadierte Schweine vorliegen und
3) wenn es gilt, Wandertrichinellen zu entdecken?

Schließlich wird besonders in neuerer Zeit häufig die Frage aufgeworfen, ob bei dem minimalen Vorkommen des Parasiten in Deutschland das Auffinden eines mit Trichinellen befallenen Schweines einen so hohen Kostenaufwand, wie ihn die Trichinenschau erfordert, rechtfertigt.
Entschieden bejahte WAGEMANN (1966) diese Frage. Er hält die Kostenbelastung von 1,1 bis 2,5 Pfg. auf 1 kg Schweinefleisch als Folge der Trichinenschau im Lande Nordrhein-Westfalen nicht nur für vertretbar, sondern mit Rücksicht auf die erzielten Erfolge zu dem gegebenen Zeitpunkt für unumgänglich.

Aus verschiedenen Veröffentlichungen geht hervor, daß Trichinellen nicht nur in ihren Lieblingssitzen vorkommen. WOLLSCHLÄGER (1941) berichtete über eine ungewöhnliche Trichinelleninvasion bei einem Schwein, das zwei Parasiten in der Bauchmuskulatur hatte, während der Nachweis aus 42 Präparaten der Zwerchfellpfeiler nicht gelang.

Auch PÄHR (1961) konnte bei zwei Füchsen Trichinellen nicht in der Zwerchfellmuskulatur, dagegen zahlreiche Parasiten in den Extremitäten nachweisen.

KOLBE (1931) und TRAWINSKI (1962) meinten, daß es unmöglich ist, einwandfrei festzustellen, ob ein Tier absolut trichinellenfrei ist, da nur bestimmte Muskelgruppen einer histologischen Kontrolle unterzogen werden.

Ebenso vertrat SCHÖNBERG (1950) die Ansicht, daß die Verteilung der Trichinellen im Tierkörper Schwankungen unterliegen kann, obgleich die Zwerchfellpfeiler mit großer Regelmäßigkeit bei Trichinelleninvasionen befallen sind.

Über schwachinvadierte Schweine referierten TRÜB und GAASE (1951), STRUCK (1959) und LANGPAP (1961). Sie berichteten über Einzelfunde im Rahmen der amtlichen Trichinenschau, wo bei den angestellten Nachuntersuchungen überhaupt keine bzw. erst im 47., 82. und mehr Praparaten Parasiten ermittelt werden konnten.

SLADKI (1963) bewies mit einer mathematischen Analyse der gesetzlichen Bestimmungen über die Probeentnahmen, daß bei schwacher Infektion ein gewisser Prozentsatz von mit Trichinellen infiziertem Fleisch unbeanstandet in den Verkehr gelangen kann. So würden z.B. von 100 Schweinen mit einer festgestellten Larvenzahl von 10 in 1 g Muskulatur, bei einem Wahrscheinlichkeitsfaktor von 0,8, 20 Schweinekörper die Bezeichnung "trichinenfrei" erhalten.

Wertvolle Aufschlüsse über die Funktionsfähigkeit der Trichinenschau vermitteln die Versuche mit künstlich durch Trichinellen - Larven infizierten Schweinen, weil hierbei der bekannte Ausgangswert eine ideale Bezugsgröße zum Trichinellenbefund darstellt.

JUNACK (1913/14) fütterte 4 Ferkel (durchschnittliches Körpergewicht: 12,5 kg) mit 20, 30, 40 und 50 Trichinellen. Das entspricht den Invasionsdosen von 0,16 , 0,24 , 0,32 und 0,40 Larven pro Gramm Lebendgewicht. Das 4.Ferkel wurde nach 8 Wochen getötet. In 192 Präparaten befanden sich 7 Trichinellen. Davon entfielen auf die Zwerchfellpfeiler 1, das Zwerchfell 3, die Zunge 1 und die Kehlkopfmuskeln 2 Trichinellen. In weiteren 72 Präparaten vom Zwerchfell befand sich nur eine Larve. Die Ferkel 1 und 3 erwiesen sich nach 14-wöchiger Invasionsdauer als trichenellenfrei. Beim 2.Ferkel waren ebenfalls in 192 Präparaten 7 Parasiten enthalten, wobei jedoch einschrankend gesagt wird, daß dieses Tier entgegen der Absicht wahrscheinlich mehr als 40 Larven erhalten hatte.
JUNACK kam ebenso wie SCHMID (1957) zu dem Schluß, daß 50 Trichinellen ausreichen dürften, um eine Infektion zum Haften zu bringen. Gleiches nahm er auch für den Menschen an.

Dagegen konnten BLOOMFIELD und SNOOK (1962) erst bei 400 verfütterten Trichinellen pro Tier den Parasiten trichinoskopisch im Zwerchfell nachweisen. Larvenmengen von 50, 100 und 200 je Tier lagen unter der Nachweisgrenze. Das Lebendgewicht der 9-10 Wochen alten Schweine betrug durchschnittlich 27 kg.

KAMPELMACHER und STREEFKERK (1965) verfütterten an 3 Schweinegruppen, bestehend aus je 2 Tieren (durchschnittlich 4 Monate alt und 20-25 kg schwer), jeweils 500, 2 500 und 5 000 Trichinella spiralis-Larven. Nach 300 bis 400 Tagen wurden die Tiere geschlachtet. Vom Zwerchfell bzw. von der Zunge wurden je 112 Präparate trichinoskopiert. Ein Tier jeder Gruppe war frei von Parasiten. Bei den anderen Schweinen fanden sie der Reihenfolge nach 3, 1 und 19 Trichinellen im Zwerchfell.

Auf dem 4. Symposium der Weltvereinigung tierärztlicher Lebensmittelhygieniker (W.A.V.F.A.) in Lincoln/Nebraska/USA berichtete KAMPELMACHER (1965), daß bei einer künstlichen Infektion mit 500 - 800 Larven pro Pfund Lebendgewicht (entspricht 1 - 1,6 Larven/g) 10-20% der Versuchsschweine starben. 1 000 Proben (jede Probe = 45 g Muskulatur) dieser Tiere wurden trichinoskopisch kontrolliert, alle waren jedoch aus unerklärlichen Gründen negativ.
Verfütterungen von mehr als 5 000 Larven an ein Tier sind teilweise mit dem Ziel vorgenommen worden, die letale Dosis zu ermitteln. Diese liegt nach OLSEN, VILLELLA und GOULD (1964) bei ca. 10 Larven pro Gramm Körpergewicht. Das bedeutet, daß die Dosis letalis z.B. bei einem 70 kg schweren Schwein 700 000 Larven betragen würde.
Da ihre Versuche ergeben hatten, daß maximal eine 300-fache Menge der aufgenommenen Larven in der Muskulatur vorhanden ist, würde hier die Gesamtzahl der Muskeltrichinellen etwa bei 210 Millionen liegen.

SCHOLTENS, KAGAN, QUIST und NORMAN (1966) sind der Ansicht, daß eine lineare Abhängigkeit zwischen der aufgenommenen Larvenmenge und der in 1 g Zwerchfellmuskulatur auffindbaren Parasitenzahl besteht, sofern die Werte logarithmisch

transponiert werden. Sie vermuten, daß 10 verfütterte Trichinellen zu einem Befall von etwa einer Larve pro Gramm Zwerchfell führen.

Dagegen meint HILL (1968), daß mindestens 100 Trichinellen dem Tier zugeführt werden müßten, um denselben Effekt zu erzielen.

Durch die grundlegenden Arbeiten von TRAWINSKI und MATERNOWSKA (1933), die neuerdings von SIEGEL (1965) bestätigt wurden, ist erwiesen, daß junge Trichinellenlarven, die sogenannten Wandertrichinellen, vom 19.Tag post invasionem die quergestreifte Muskulatur besiedeln können. Jedoch bietet diese gestreckt in der Muskelfaser liegende Parasitenform einige diagnostische Schwierigkeiten.
SCHÖNBERG (1951) stellte fest, daß etwa vom 20. bis 30. Tag nach der Invasion Streckformen nicht eingekapselter Trichinellen im Trichinoskop nur schwer und im Mikroskop nur bei sehr genauer Untersuchung festgestellt werden können.

Eine vergleichende Untersuchung von BERGMANN und SIELAFF (1956) an verschiedenen Trichinoskopmodellen führte zu dem Ergebnis, daß bei den derzeitigen Trichinoskopen in bestimmten Ausnahmefällen dann ein Unsicherheitsfaktor besteht, wenn ausgesprochen schwachtrichinöse Tiere zur Untersuchung gelangen, bei denen die Wandertrichinellen in gestreckter Form nur in der Muskulatur vorhanden sind.

Trotz dieser erwiesenen und allgemein bekannten Unsicherheitsfaktoren in der Trichinenschau wird die Frage, "ob sie in richtiger Weise die Aufgabe erfüllt, den Menschen vor der Ansteckung mit Trichinen bei dem Verzehr des Schweinefleisches und dessen Produkten zu schützen" (PROST, 1960), in Deutschland generell positiv beantwortet.
Diese günstige Beurteilung basiert einmal auf dem unwiderlegbaren Erfolg des Kontrollverfahrens in der Trichinellosebekampfung und wird zum anderen durch Berechnungen der Relation zwischen der parasitaren Befallsstärke von Fleischwaren und klinischer Trichinellose des Menschen erhärtet.

Denn allgemein wird angenommen, daß der Verzehr von Fleisch, das im Durchschnitt weniger als eine Trichinelle pro Gramm Muskulatur enthält, beim Menschen keine klinischen Erscheinungen hervorzurufen vermag (BRANDLY und MURTISHAW, 1965; PROST, 1960).
Demgegenüber setzt NEMESERI (1960) eine Minimaldosis von 2 000 und KAMPELMACHER (1965) eine solche von 1 000 Muskeltrichinellen zur Erzeugung klinischer Symptome beim Menschen fest. Die letale Dosis für den Menschen scheint sich zwischen 80 000 (NEMESERI, 1960) und 350 000 (CHANDLER und READ, 1961) invasionsfähigen Trichinellen zu bewegen.

Jedoch ist anzunehmen, daß ein so starker Trichinenbefall in der Muskulatur von Schlachtschweinen mit hoher Wahrscheinlichkeit in der Trichinenschau aufgedeckt wird. Dafür sprechen die Versuchsergebnisse von LÖRENCZ und NEMESERI (1954), wonach 1 Larve pro Gramm Muskulatur gerade noch trichinoskopisch nachweisbar ist.
Es besteht daher noch heute die Ansicht, daß die Trichinenschau und insbesondere die Trichinoskopie die einzige realisierbare Methode zum Nachweis von Trichinellen bei Massenuntersuchungen von Tieren darstellt (PROST, 1960; HERMUS und STIER, 1963; WAGEMANN, 1966).

b) D i g e s t i o n s m e t h o d e

Das künstliche Verdauungsverfahren gleicht im Prinzip den Digestionsverhältnissen in vivo. Ein künstlicher Magensaft trennt die Trichinellenlarven von der Muskulatur, wobei die Fleischstücke fermentativ aufgelöst und die Parasiten schließlich aus ihren Kapseln befreit werden.

Erstmalig wendete STRÖBEL (1911) diese Methode an, um für experimentelle Zwecke aus den gewonnenen Larven ein Antigen herzustellen. Etwa 25 Jahre danach wurde das Verdauungsverfahren auch zum Nachweis von Trichinellen herangezogen. Der Grundgedanke ist derselbe:
Die Fleischproben werden in der Regel mittels eines Fleischwolfes fein zerkleinert und mit einer Verdauungsflüssigkeit

(Pepsin-Salzsäure-Lösung) im Brutschrank für längere Zeit behandelt. Das Gemisch wird filtriert und zentrifugiert. Im Sediment lassen sich dann die Parasiten mikroskopisch nachweisen.

Da man bestrebt war, die Digestionsmethode optimal zu gestalten, wurden in den folgenden Jahren die Konzentrationen von Pepsin und Salzsäure sowie die Verdauungszeit und -temperatur verschiedentlich modifiziert. Schließlich variierte man auch die eigentliche Isolierungstechnik der Trichinellen, d.h. ihre Gewinnung aus den Detritusmassen wurde umgestaltet.
Über die entscheidenden Faktoren der Verdauungsmethode berichtete MANN (1963) ausführlich. Hiernach setzt sich eine ideale Verdauungsflüssigkeit aus 0,9% Pepsin und 0,7% Salzsäure, gelöst in Leitungswasser, zusammen. Die Temperatur sollte 37,75°C und die Verweildauer des Fleisches im Brutschrank 17,4 Stunden betragen. Ein günstiges Verhältnis von Muskelgewebe zur Verdauungsflüssigkeit liegt bei 1:17,6 . Durch permanentes Umrühren des Verdauungsgemisches kann die Auflösung der Muskulatur wesentlich beschleunigt werden (COST, 1951).
GOULD (1945) berichtete über das Baermann-Verfahren, das eine bessere Trennung der Trichinellen von den Detritusmassen ermöglicht. Der Baermann-Apparat besteht aus einem Trichter mit einer lichten Weite von 19 cm, auf den wahlweise Siebe verschiedener Maschengrößen (20, 40 und 60 Maschen/cm^2) aufgesetzt werden können und der in einen zugeklemmten Gummischlauch mündet. Das in einem Glaskolben befindliche und bereits 20 Stunden der Verdauung ausgesetzte Material wird auf das Sieb gebracht und gelangt unter dauerndem Nachspülen mit kaltem Wasser in den Trichter. Nach zwei bis drei Stunden Sedimentationszeit werden die in einer Petrischale aufgefangenen ersten Tropfen mikroskopisch untersucht.

Zahlreiche vergleichende Untersuchungen mit der Trichinoskopie lassen in den meisten Fällen eine klare Überlegenheit der Digestionsmethode erkennen.
So ermittelten MOST und HELPERN (1941) bei einem Vergleich zwischen der Trichinoskopie und Verdauungsmethode positive Ergebnisse in einem Verhältnis von 8:21 .

BESSONOV (1964) wies unter 1 967 trichinoskopisch als trichinenfrei befundenen Schweinen mit der Digestion noch bei 4 Tieren wenige Larven nach.

In den Fällen, in denen bei HILL (1968) die Trichinoskopie versagt hatte, gelang ihm der Nachweis des Parasiten durch die künstliche Verdauung, mit der er durchschnittlich 2,4 Larven in 20 g Zwerchfellpfeiler fand.

Der Vorteil der künstlichen Verdauungsmethode scheint damit offensichtlich zu sein:
Es können größere Fleischmengen auf einmal untersucht werden, und die darin enthaltenen Trichinellen werden auf kleinem Raum konzentriert. Dieser Umstand muß sich besonders positiv auf die Kontrolle schwachinvadierter Tiere auswirken.

Diese unbestrittenen Vorteile veranlaßten ZIMMERMANN (1967), das Verdauungsverfahren für die generelle Untersuchung der Schlachtschweine auf Trichinellen vorzuschlagen. Seinen Empfehlungen nach könnten jeweils 20 Schweine in Form einer Sammelprobe, bestehend aus 20 x 5g Zwerchfellpfeilermuskulatur, gleichzeitig untersucht werden.
Die Nachteile dieser erweiterten Digestionsmethode wie auch des Anreicherungsverfahrens im engeren Sinne liegen in der Umständlichkeit und vor allem in seiner relativ langen Laufzeit von 24 Stunden, so daß es als Ersatz für die Trichinenschau nach RASCHKE (1955) nicht in Frage kommt und auch heute noch aus diesen Gründen überwiegend auf Ablehnung stößt. Außerdem scheinen der Verdauungsmethode stark verkalkte Trichinellen zu entgehen (GOULD, 1945).

2. Indirekte Nachweisverfahren

a) Indirekte Fluoreszenz-Antikörper-Technik (IFAT)

Die Immunofluoreszenzserologie ist eine relativ neue serologische Untersuchungsmethode. In den vierziger Jahren entdeckten die amerikanischen Forscher COONS et al. (1942) das heute allgemein als "Fluoreszenz-Antikörper-Technik" (Fluorescent Antibody Technique) bekannte Verfahren. Sie versuchten dann mit ihrer Hilfe, die Verteilung von Streptokokken-Antigen im Organismus auf direktem Weg festzustellen.

Damals bestanden jedoch noch Schwierigkeiten in einer guten Anfärbbarkeit der Praparate durch eiweißgebundene Farbstoffe. Diese Klippe wurde aber bald durch die Entwicklung geeigneter Fluoreszenzfarbstoffe überwunden. Der Weg führte von den Isocyanaten über das Fluorescein zum Fluoresceinisothiocyanat, das eine leichtere Proteinmarkierung versprach und außerdem zusammen mit dem Antikörper ein stabiles Konjugat bildete (RIGGS et al., 1958).

Die Grundlage des fluoreszenzserologischen Verfahrens ist eine spezifische Antigen-Antikörper Reaktion. Ein körperfremder Stoff (Antigen), z.B. ein Protein, ruft im Körper eine spezifische Reaktion hervor, die in der Bildung von sogenannten Antikörpern ihren Ausdruck findet. Diese Antikörper sind an die γ- Globuline des Blutserums gebunden.

Das Wesen der Fluoreszenzserologie besteht nun darin, daß fluoreszierende Farbstoffe mit den im Serum befindlichen Antikörpern konjugiert werden. Bei einer erfolgten Antigen-Antikörper Reaktion leuchtet das Antigen im fluoreszierenden Licht je nach der Art des Farbstoffes verschiedenfarbig auf (direkte Methode).
Umgekehrt ist es möglich, Antikörper im Blutserum durch markierte Anti-Antikörper sichtbar zu machen (indirekte Methode).

1) Die direkte Methode

Sie dient nur zur Identifizierung von Antigenen.

Diese werden im Präparat mit dem spezifischen Antiserum zusammengebracht, das zuvor z.B. mit Fluoresceinisothiocyanat (FITC) markiert wurde. Nach einer gewissen Reaktionszeit wird der nicht gebundene Serum-(Antikörper)-Überschuß ausgewaschen. Die vorliegenden Antigene leuchten unter dem Fluoreszenzmikroskop mit apfelgrüner Farbe auf.

2) Die indirekte Methode

Hierbei werden kleine Versuchstiere z.B. Kaninchen mit einem bestimmten γ - Globulin immunisiert und zwar mit dem γ - Globulinserum aus der Tiergattung, der die zu prüfenden Versuchstiere angehören. Der Organismus des Kaninchens reagiert darauf mit Bildung von gegen diese γ - Globuline gerichteten Antiglobulinen, den sogenannten Anti-Antikörpern, die danach mit dem Fluoreszenzfarbstoff markiert werden. Nun ist die Voraussetzung gegeben, eine Antigen-Antikörper Reaktion indirekt nachzuweisen,da die in dieser Reaktion beteiligten γ - Globuline homolog sind und der eine Teil von ihnen mit fluoreszierendem Farbstoff beladen ist.

In der ersten Phase der Indirekten Fluoreszenz-Antikörper-Technik (IFAT) kommt es zur Vereinigung von Antigen und den in dem zu prüfenden Serum evtl. enthaltenen Antikörpern, wenn diese gegen das Antigen gerichtet sind. Bei positivem Befund entsteht ein nichtfluoreszierender Antigen-Antikörper-Komplex, der in der zweiten Phase durch die Wirkung des FITC-markierten Anti - γ - Globulinserums sichtbar gemacht wird.

Die mikroskopische Untersuchung des markierten Materials erfolgt durch das Fluoreszenzmikroskop mit einem Erreger- und Sperrfiltersystem unter Verwendung von UV-Licht. Die fluoreszierenden Körper erscheinen dabei als grünlich strahlende Objekte auf dunklem Untergrund.

Nach NAUMANN und WILDFÜHR (1965) kommt der Indirekten Fluoreszenz-Antikörper-Technik im Vergleich zu den Standardmethoden bei der serologischen Diagnostik von Krankheiten einschließlich der Trichinellose eine größere Bedeutung zu.

Die Anwendung der Indirekten Fluoreszenz-Antikörper-Technik (IFAT) zum Nachweis der Trichinellose

JACKSON (1959) leitete mit seinen Studien über die fluoreszierenden Antikörper bei Trichinella spiralis-Infektionen die Aera des fluoreszenzserologischen Nachweises von Trichinellen ein.

Er bediente sich allerdings noch der direkten Nachweismethode und ließ Darm- und Muskeltrichinellen von Ratten mit einem markierten Kaninchen-Antiserum reagieren. Es zeigten nur die an den natürlichen Körperöffnungen gebildeten Präzipitate eine deutliche Fluoreszenz. Die lebenden Parasiten waren weder innen noch außen angefärbt. In keinem Fall fluoreszierte die Larvenkutikula.

Nach Behandlung von mikroskopischen Schnitten mit konjugierten Antiseren ließen sich teilweise der Verdauungstrakt oder die Geschlechtsorgane der Trichinellen farblich nachweisen. JACKSON folgerte daraus, daß die physiologischen Endprodukte der Trichinellen bei natürlich infizierten Kaninchen die primär wirksamen Antigene sind.

Seit es SADUN, ANDERSON und WILLIAMS (1962) gelungen war, Schistosomen auf indirektem Weg fluoreszenzserologisch mit gutem Erfolg nachzuweisen, versuchten sie, ein im Prinzip ähnliches Verfahren auch für die Diagnostik der Trichinellose zu entwickeln.
Ihnen lagen 142 Humanseren zur Untersuchung vor, deren Patienten klinisch an Trichinellose erkrankt waren. Normalseren dienten als negative Kontrolle.
Außerdem standen Seren von 10 mit 500 bis 50 000 Larven infizierten Kaninchen zur Verfügung, die bei 56°C für 30 Min. inaktiviert wurden.
Das Antigen wurde mittels künstlicher Verdauung aus invadierter Rattenmuskulatur gewonnen, 7 bis 8 mal in Phosphat-Puffer-Kochsalzlösung (PBS = 0,01 M) gewaschen, mit Formalin (10%), einer Carnoy-Lösung, Alkohol (20%, 50%, 70%), Essigsäure (1%) und Rhodamin - Rinderalbumin fixiert und

teilweise ohne Fixierung nur mit 5% Rinderalbumin konserviert. Die so behandelten Larven wurden bei 40°C und 20°C getrocknet. Für die indirekte Färbetechnik gewannen die Autoren Antihuman- und Antikaninchenglobuline von Ziegen und konjugierten sie mit FITC.
Von den 142 Seren reagierten 138 mit einer deutlichen Fluoreszenz der Larvenkutikula. Einige Parasiten zeigten auch leuchtende Präzipitate an ihrer Mundöffnung. Die Innenstrukturen der fixierten Trichinellen waren nicht angefärbt, ebenso zeigten die negativen Kontrollseren keine Reaktion.

Sämtliche Kaninchenseren enthielten von einem bestimmten Zeitpunkt ab mit der IFAT nachweisbare Antikörper, wobei deren Ausbildung zeitlich und mengenmäßig in direkter Abhängigkeit zur inokulierten Larvenzahl stand. Ein Antikörpergehalt konnte bei 2 Tieren (50 000 Larven) 1 Woche p.i., bei 2 Tieren (20 000 Larven) 2 Wochen p.i., bei 4 Tieren (2 500 - 5 000 Larven) durchschnittlich 3 Wochen p.i. und schließlich bei 2 Tieren (500 Larven) 5-6 Wochen post infectionem nachgewiesen werden.

Aus ihren Ergebnissen folgerten die Autoren, daß die indirekte Fluoreszenzserologie ein sehr empfindliches und spezifisches Verfahren zum Nachweis der Trichinellose ist. Ihrer Meinung nach sind die Stoffwechselprodukte der Trichinellen primär für eine Antikörperbildung im Wirt verantwortlich.
Die Fluoreszenzerscheinung auf der Kutikula, die im Widerspruch zu dem Befund von JACKSON (1959) an der lebenden Larve steht, wird von ihnen mit der Diffusion antigener Substanzen durch die Trichinellenhaut nach außen während der Fixation erklärt.

BARATAWIDJAJA, HEWSON und LABZOFFSKY (1963) überprüften ebenfalls Trichinellen-Antiseren vom Menschen und von experimentell infizierten Kaninchen mit dem indirekten Fluoreszenzverfahren. Die Seren wurden von ihnen nicht inaktiviert und die Larven auf dem Objektträger vorsichtig mit kleiner Flamme fixiert, um so eine schadliche Beeinflussung der Antigenstrukturen zu vermeiden. Auch sie erhielten nur in den

positiven Seren "a brilliant green peripheral fluorescence of the cuticle".

Den Beweis für die spezifische Antigen-Antikörper Reaktion der Kutikula lieferten sie, indem sie die Innenstrukturen der Larven durch Ultraschallbehandlung und Aqua dest.-Waschvorgänge eliminierten.
Übrig blieben dünne Hautschläuche, die nur zusammen mit positiven Antiseren eine gleichmäßige hellgrüne Fluoreszenz zeigten.

Dieselbe Spezifität des immunbiologischen Reaktionsablaufs auf der Trichinellenoberfläche belegte SULZER (1965) mit seinem Larvenkutikula-Antigen, das er durch entsprechend längeren Aufenthalt der Parasiten in der Digestionsflüssigkeit erhalten hatte.

Den großen diagnostischen Wert sahen LABZOFFSKY et al.(1964) in der frühen Reaktion der IFAT anhand von positiven Kaninchenseren. Diese trat schon 4 Tage p.i. und vergleichend zur Komplementbindungs-Reaktion (KBR) sowie zur Präzipitation 4 bzw. 14 Tage vor diesen auf.

SCHOLTENS, KAGAN, QUIST und NORMAN (1966) verglichen die Ergebnisse des IFA-Tests mit dem Suessenguth-Kline (SK)-, Bentonite-Flockungs (BF)-, Latex (LA)- und Charcoal-Agglutinations (CA)-Test und benutzten in ihren Versuchen erstmalig Seren von Schweinen. Die 10 Wochen alten Tiere waren mit je 500, 1 000, bzw. 100 000 Trichinellen gefüttert worden. 14 Tage p.i. konnten die ersten Antikörper bei den höchstinfizierten Schweinen (4 Tiere) und 28 Tage p.i. bei den unteren beiden Infektionsgruppen (6 Tiere) festgestellt werden. Die IFAT war neben dem CA-Test von allen anderen Methoden am empfindlichsten.
In derselben Versuchsanordnung, wie sie SCHOLTENS et al. vorgestellt hatten, kommen SULZER, EMILY und CHRISHOLM (1966) zu ganz ähnlichen Ergebnissen. Schon 7 Tage p.i. traten bei 2 Schweinen mit je 100 000 verabreichten Trichinellen die ersten Antikörper auf. Nach der 4. Woche p.i. waren alle 10 Schweineseren fluoreszenzserologisch positiv.

Für die Entdeckung von frühen Trichinella spiralis-Infektionen bei Menschen und Tieren soll die IFAT nach allgemeiner Ansicht der Autoren die Methode der Wahl sein.

RUITENBERG, KAMPELMACHER und BERKVENS (1967) wendeten die IFAT bei einer größeren Zahl von künstlich mit Trichinellen infizierten Schweinen an, um sie serodiagnostisch mit der KBR zu vergleichen. Sie richteten sich nach der Methode von SADUN et al. (1962) und änderten nur den Spül- und Fixierungsvorgang der Trichinellen.

Von den 16 Versuchstieren (mittleres Körpergewicht: 20-25 kg) erhielten 14 Schweine über eine Magenschlundsonde künstlich aus Rattenmuskulatur herausverdaute Trichinellenlarven. Davon bekamen 4 Tiere je 5 000, 4 Tiere je 500, 2 Tiere je 250, 2 Tiere je 100 und 2 Tiere je 50 Larven. 2 Tiere blieben uninfiziert.
Die Blutentnahmen erfolgten wöchentlich bis 100 Tage p.i. Bei den Schweinen 1 bis 4 (5 000 Larven) wurde der erste positive Titer (1:2 und höher) mit der IFAT bei 3 Tieren 26 und bei 1 Tier 33 Tage p.i. wahrgenommen. Von den Tieren 5 bis 8 (500 Larven) zeigten 2 nach 33 und die übrigen 2 Tiere nach 40 Tagen einen positiven Titer. Bei den Schweinen 9, 10 (250 Larven) und 11 (100 Larven) war dies ebenfalls nach 40 Tagen der Fall. In den Seren der Schweine 13, 14 (50 Larven) und 15, 16 (Kontrolltiere) ließen sich fluoreszenzserologisch keine Antikörper nachweisen. Ein Tier blieb aufgrund einer nicht angegangenen Infektion unbewertet.
Antikörper der einmal positiven Seren konnten über die gesamte Dauer des Versuchs nachgewiesen werden.

Außerdem wurden 1 000 Seren von Schweinen aus 7 verschiedenen Schlachthöfen in den Niederlanden untersucht. Bei keinem dieser Tiere konnten Antikörper in der IFAT gegen Trichinella spiralis festgestellt werden.

BALDELLI, FRESCURA und GIALETTI (1968) prüften 11 Seren von trichinelloseverdächtigen Personen mit der indirekten Fluoreszenzmethode. Von diesen reagierten 8 in der IFAT positiv. Bei 7 Personen konnte durch Biopsie Trichinella spiralis

nachgewiesen werden.

KOZAR und KOZAR (1968) berichten über eine sehr lange Verweildauer der Trichinellen-Antikörper im befallenen Organismus. Mit Hilfe der IFAT wiesen sie diese bei 12 künstlich infizierten Kaninchen noch 3 Jahre und 8 Monate und beim Menschen (19 Fälle) sogar 19 Jahre post invasionem nach.

b) Andere indirekte Nachweisverfahren

Die Brauchbarkeit der schon angedeuteten immunbiologischen Verfahren wie SK-, BF-, CA-, LA- und KBR- Test zum Nachweis der Trichinellose wird recht unterschiedlich beurteilt. Man führt diese Tatsache auf die große Variationsbreite der verwendeten Antigene zurück. Nur zu verständlich erscheint daher die Forderung von GAASE (1942) nach einer Standardisierung des Antigens.

Neben diesen Methoden gelangen noch die Intradermalprobe, der Agar-Gel Test (Ouchterlony) und die Mikropräzipitation mit lebenden Larven zur Anwendung. Die letztere Methode besticht durch ihre einfache Anwendungsmöglichkeit und soll nach SCHOOP et al. (1969) sehr gute Ergebnisse liefern.

Die meisten dieser indirekten Verfahren scheinen jedoch eines gemeinsam zu haben: 1) Sie sind relativ umständlich und zeitraubend in der Durchführung, 2) sie benötigen für die Reaktionen einen verhaltnismäßig hohen Antikörperspiegel im Blut und lassen 3) zuweilen eine mangelnde Spezifität erkennen. Diese Gründe haben dazu geführt, daß sich bis jetzt der immunbiologische Nachweis in der Praxis nicht durchsetzen konnte (GAASE, 1942).

IV. Verwandtschaftliche Beziehungen der Trichinellen zu anderen Parasiten

Was die spezifische Reaktion einer immunbiologischen Nachweismethode und damit die Sicherstellung e i n e r möglichen Bindung zwischen einem Antigen und dem dazugehörigen Antikörper anbelangt, so ist gerade sie für die Eignung des Verfahrens von ausschlaggebender Bedeutung.

Ein besonderes Problem, das sich in diesem Zusammenhang stellt, ist die Frage nach fakultativen Kreuzreaktionen mit anderen Helminthosen, speziell der Askaridose, die bei unseren Schlachtschweinen häufig anzutreffen ist.

SHARP und OLSEN (1961) demonstrierten gekreuzte Reaktionen zwischen Trichinella, Toxocara und Ascaris durch die Schulz-Dale-Probe bei Mäusen, die mit Toxocara und Trichinella sensibilisiert wurden, sowie durch die Analyse der Seren im Agar-Gel Test.

Beobachtungen von KENT (1963) haben gezeigt, daß zwischen den Ascaris-, Trichinella- und Echinococcus-Antigenen und den Präzipitinen und hautsensibilisierenden Antikörpern bei diesen Infektionen ein enges Verhältnis besteht.

Berichten von BESSONOV (1968a u. 1968b) ist zu entnehmen, daß über 25 falsche positive Trichinelloseresultate in der Mikropräzipitation bei Schlachtschweinen erhalten wurden, die Echinokokken, Zystizerken sowie Nematoden beherbergten. Ebenso täuschte der Charcoal-Test in niedrigen Serumverdünnungen positive Ergebnisse bei mit Nematoden befallenen Tieren vor (Ascaris, Oesophagostomum, Trichocephalus und in geringem Grad auch Echinococcus).

SADUN et al. (1962) überprüften die Spezifität der IFAT mit 45 Seren von Personen, die an viralen bzw. bakteriellen Erkrankungen oder Parasitosen - mit Ausnahme der Trichinellose - litten. Dabei stellten sich Kreuzreaktionen mit einem Echinokokkus-Serum und zwei Schistosomiasis-Seren mit dem Trichinellenantigen ein.

ENGELBRECHT (1966), der als erster den Immunofluoreszenz-

Hemmungstest für diagnostische Zwecke bei künstlich mit Trichinellen infizierten Schweinen benutzte, beobachtete in anderen Versuchen häufig Kreuzreaktionen zwischen Askaridenseren und dem Trichinella spir.- Antigen. Dabei beschränkte sich das Produkt der Kreuzreaktionen nicht nur auf die äußere Schicht der Larvenkutikula, sondern erstreckte sich auch auf die Innenstrukturen. Seiner Meinung nach haben beide Parasitenarten "a predominant antigen, present in the peri-enteric fluid, that the trichinella larvae has in common with Ascaris".

Seren von Kaninchen, die RUITENBERG et al. (1967) mit männlichen und weiblichen Ascaris lumbricoides var.suum-Antigenen immunisiert hatten, zeigten in der KBR mit T.spiralis - Antigen einen Titer von 1:4 bis 1:8, während die IFAT negativ war. Aus Stoffwechselprodukten gewonnenes Antigen von Askariden induzierte einen T.spiralis - Titer von 1:4 in der KBR, wogegen die IFAT negativ blieb.

Wie aus der Literatur hervorgeht, wurde die Immunofluoreszenz bis heute auf dem Gebiet der Diagnostik der tierischen Trichinellose, speziell der des Schweines, nur begrenzt angewandt.
Die wenigen Arbeiten, die darüber berichten, beziehen ihre Resultate fast ausschließlich aus Versuchen von stark mit Trichinellen infizierten Schweinen. Nur in einem Fall wurde die indirekte Fluoreszenzserologie der Trichinoskopie gegenübergestellt. Dabei kommen RUITENBERG, KAMPELMACHER und BERKVENS (1967) zu der Feststellung, "daß die Trichinoskopie nur bei stark infizierten Tieren zuverlässig ist, aber in den Ländern, wo Trichinen-Infektionen nur sporadisch vorkommen und wo die Tiere nur in sehr leichtem Grade infiziert sind, den gestellten Anforderungen nicht genügt".
Der Fluoreszenznachweis soll dagegen bessere Ergebnisse erzielen.
Diese Aussagen waren mit ausschlaggebend für die nachfolgenden Versuche einer vergleichenden Gegenüberstellung der indirekten Fluoreszenzserologie und Trichinoskopie.

C. Eigene Versuche

1. Material und Methodik

a) Versuchstiere

Als Versuchstiere dienten 22 deutsche veredelte Landschweine (Alter: 8-14 Wochen), die in 4 Gruppen á 5 Schweine und zwei Einzeltiere aufgegliedert und in getrennten Stallungen (mit Schwemmentmistung) individuell gehalten wurden. Die Tiere wogen zu Versuchsbeginn zwischen 10,5 und 28 kg. Die durch Ohrmarken gekennzeichneten Schweine wurden mit Trichinellen infiziert, wöchentlich serologisch untersucht und jeweils 4 Tiere (je 1 Tier aus einer Gruppe) nach einem bestimmten Zeitplan geschlachtet, der sich nach den Entwicklungsstadien der Larven ausrichtete (s.Tabelle 3). Ab der 15.Woche p.i. erfolgte die Untersuchung der Schweine in 14tägigen Abständen.

Für die Infektion der Schweine wurde larvenhaltige Muskulatur einer Ratte verwendet, die 8 Wochen zuvor mit Trichinellen vom Schwein infiziert worden war. Trichinoskopisch wurden hieraus portionsweise die bestimmten Mengen von 50, 150, 500 und 1 500 Larven ausgezählt und zusammengestellt.
Nach sorgfältiger Säuberung der glasierten Steingut-Futtertröge in den Stallungen bekamen die Tiere einzeln die ihnen zugedachte Fleisch- bzw. Larvenration, von angefeuchteter Kleie umhüllt, unter Sichtkontrolle auf natürliche Weise zu fressen (s.Tabelle 3).
Schwein Nr.1687 erhielt 20 000 Larven, deren zahlenmäßige Berechnung über die Verdauungsmethode erfolgte. Dabei wurde eine bestimmte Fleischmenge aus der fein zerkleinerten und sorgfältig durchmischten Muskulatur entnommen und verdaut. Nach der Zahl der gewonnenen Larven wurde die zu verfütternde Muskulatur für 20 000 Larven berechnet.

Zur Klärung der Frage, ob Kreuzreaktionen zwischen Serumantikörpern bei Trichinellen- und Askaridenbefall der Schweine auftreten,wurden 50 Seren, die von deutschen veredelten Schlachtschweinen (8 - 9 Monate alt) aus dem Schlachthof Berlin-Spandau stammten, untersucht.

5 dieser Tiere waren nachweislich mit Askariden befallen. Ein besonderes Kennzeichnungssystem der Blutröhrchen, Tierkörper und Därme wurde hierbei angewendet, so daß die Zugehörigkeit dieser drei Objekte zueinander gewährleistet war.

b) Der Trichinella spiralis-Stamm

Zur Erhaltung des Trichinella spir.-Stammes wurden 350 g schwere Meerschweinchen und 200 g schwere weiße Ratten beiderlei Geschlechts mit jeweils ca. 2 000 bekapselten Larven von einem stark befallenen Schwein gefüttert. 6-8 Wochen p.i. wurden die Tiere je nach Bedarf getötet, entbalgt und eviscériert, und für die Digestion zubereitet.

c) Gewinnung der Trichinella spiralis-Larven

Die von Knochen und Fettgewebe befreite und trichinoskopisch als stark mit Trichinellen invadiert befundene Muskulatur (50-80 Larven pro Gesichtsfeld) dieser kleinen Versuchstiere wurde mit Hilfe eines Fleischwolfs (2 mm Lochscheibe) zerkleinert und auf ein doppelt mit Gaze bedecktes Sieb des Baermann-Apparates verbracht. Der Glastrichter (2 500 ml) mündete über ein 7 cm langes Schlauchstück in ein spitzes Röhrchen und wurde soweit mit der Verdauungsflüssigkeit gefüllt, bis das Fleisch gut bedeckt war. Die Digestionslösung bestand aus 100 g Pepsin (peps.gran. 1:100) und 50 ml Salzsäure (36%-ig) auf 10 l Leitungswasser.
Das Verhältnis von Muskelgewebe zu dem Verdauungsmedium betrug etwa 1:20. Nach einer Verdauungszeit von 20 Stunden bei 37°C hatte sich im Spitzröhrchen eine durchschnittliche Larvenmenge von 1,5 ml abgesetzt (diese Größe bezieht sich auf ein vollständig verdautes Kleintier, Ratte oder Meerschweinchen, das mit der obengenannten Anzahl von Larven infiziert war).

d) Das Antigen

Die überstehende Verdauungsflüssigkeit wurde mit der Wasserstrahlpumpe abgesaugt und die Larven anschließend 6-7 mal mit Phosphat gepufferter Kochsalzlösung (PBS = 0,01 M; pH 7,2) gewaschen. Ihre Aufbewahrung erfolgte in PBS bei + 4°C.

Beurteilung des Antigens:

Vor jedem Untersuchungsgang erfolgte eine mikroskopische Betrachtung bei kleiner Vergrößerung (4,5 x 10) der frisch herausverdauten, besonders aber der seit längerer Zeit aufbewahrten Larven.
Für ihre Verwendbarkeit im IFAT galten folgende Voraussetzungen:

a) gute Beweglichkeit (nach einer gewissen Latenzzeit bei Raumtemperatur)
b) spiralig aufgerollter Körper
c) vorhandene, kontrastreiche Zellkörper.

e) Seren

Den Schweinen wurde bis zur 15.Woche p.i. zunächst in wöchentlichen Abständen, dann alle 14 Tage 30 ml Blut aus der Vena cava cranialis in nüchternem Zustand entnommen und die daraus gewonnenen Seren nach Inaktivierung bei 56°C fluoreszenzserologisch auf Antikörper getestet. Der nicht benötigte Teil der Seren wurde lyophilisiert. Die negativen Kontrollseren stammten aus den Blutproben, die von jedem Tier eine Woche vor Versuchsbeginn entnommen worden waren und von einem nicht infizierten Schwein. Das positive Kontrollserum wurde von einem hochinfizierten Tier (10 000 Larven), nachdem es zuvor serologisch auf Trichinellosefreiheit untersucht worden war, 5 Wochen p.i. gewonnen.

f) Trichinoskopische Untersuchung

Für die Trichinoskopie wurden ein amtlich in der BRD zugelassenes Trichinoskop (Glühlampentrichinoskop IX Q Modell II der Fa.Leitz, Wetzlar mit 50- und 80-facher Vergrößerung sowie mit automatischer Helligkeitsregulierung beim Vergrößerungswechsel) und Kompressorien (230 x 50 x 14 mm) mit 28 gleichgroßen Feldern benutzt. Zur trichinoskopischen Untersuchung der Schweine wurden die Proben entsprechend den gesetzlichen Vorschriften aus den Zwerchfellpfeilern entnommen, wobei jedoch nicht nur die geforderte Anzahl von 14, sondern insgesamt 10 x 14 = 140 haferkorngroße Muskelstückchen zur Durchsicht gelangten. Darüber hinaus wurden verschiedene

andere Muskelgruppen (M.masseter, M.rectus abdominis, M.glutaeus max., Herz- und Zungenmuskulatur) trichinoskopiert.

g) Das Konjugat

Für die Technik der indirekten Fluoreszenzserologie wurde ein im Handel erhältliches Konjugat (Bacto FA - Porcine Globulin - Antiglobulin (Rabbit) Difco) verwendet. Das lyophilisierte Konjugat wurde in 5 ml Aqua dest. gelöst und portioniert in Mengen von 0,5 ml bei - 18°C aufbewahrt. Zum Gebrauch wurde das Konjugat mit PBS (0,01 M; pH 7,2) 1:20 verdünnt.

h) Das Fluoreszenzmikroskop

Für die fluoreszenzserologische Untersuchung wurde ein Zeiss Binokular - Fluoreszenz - Mikroskop mit einer Osram Quecksilberdampf - Hochdrucklampe (HBO 200) benutzt.
Objektive: Planapo 4x und 10x; Okulare: 8x.
Daneben kamen folgende Filter zur Anwendung:
Erregerfilter BG 12, Sperrfilter Nr.53 zusammen mit Nr.41.

i) Ausführung der IFAT

Die Durchführung der IFAT erfolgte nach der Methode von SADUN et al. (1962) jedoch mit einigen Abweichungen beim Spülen und bei der Fixierung der Larven.
Die der benötigten Zahl der Agglutinationsröhrchen (65 x 10 mm) entsprechende Menge T.spiralis-Larven (pro Röhrchen ca. 100 T.spiralis) wurde in ein weitlumiges Rundbodenglas gegeben und zu gleichen Teilen mit PBS und 4%-iger Formalinlösung versetzt (etwa je 1 ml auf ca. 2 000 Larven). Nach einer Fixationszeit von 5 Min. wurde der Überstand abgesaugt. Danach wurden die Larven 3 mal mit PBS gewaschen, mit Puffer verdünnt, je ein Tropfen mit etwa 100 enthaltenen Larven auf die Serumverdünnungen (0,1 ml mit PBS von 1:2 aufwärts) gegeben, für 30 Min. bei 20°C stehengelassen und das Serum anschließend abgesaugt. Nach 4-maligem Spülen wurden je 0,1 ml der Konjugatverdünnung (1:20) jedem Röhr-

chen zugesetzt und für 15 Min. bei 20°C auf den Larven belassen. Schließlich erfolgte ein erneuter dreimaliger Waschvorgang, nach dem das überschüssige Konjugat abgesaugt war. Die Larven wurden zuletzt in 0,1 ml gepuffertem Glyzerin (9 Teile Glyzerin + 1 Teil Pufferlösung) suspendiert, auf einen Objektträger gebracht, mit einem Deckglaschen belegt und fluoreszenzmikroskopisch gemustert.

Im Versuch liefen folgende Kontrollen mit:

1) positive Serumkontrolle
2) negative Serumkontrolle
3) Konjugatkontrolle (Larven und Konjugat)
4) Antigenkontrolle (unbehandelte Larven)

j) Beurteilung der Fluoreszenz

Sie richtete sich nur nach dem Vorliegen und der Intensität der Larvenkutikulafluoreszenz, da die beiden Prodromaldrüsen stets eine Autofluoreszenz aufwiesen.

\+ = 90 - 100% der Larven zeigten eine deutliche Kutikulafluoreszenz.

(+) = die Kutikula weniger Larven (ca. 20%) zeigte eine klar erkennbare Fluoreszenz bzw. ein großer Teil der Larven (über 50%) wies eine gerade noch wahrnehmbare Fluoreszenz auf.

\- = bei keiner der Larven trat die Fluoreszenz in Erscheinung.

2. Ergebnisse

Sämtliche negativen Kontrollseren verhielten sich in der indirekten Fluoreszenzserologie reaktionslos. Ebenso unbeteiligt zeigten sich die Konjugat- und Antigenkontrollen. Dagegen wies die positive Serumkontrolle regelmäßig einen Titer zwischen 1:512 und 1:1024 auf.

Das Larven-Antigen konnte maximal 5 Wochen aufbewahrt werden, ohne daß ein Verlust antigener Eigenschaften festgestellt wurde. Die Haltbarkeit und Verwendbarkeit des Antigens war in besonderem Maße abhangig von der Verweildauer in der Digestionsflüssigkeit nach der abgelaufenen Verdauungszeit. Eine optimale Fluoreszenz im serologischen Nachweisverfahren wurde durch die sofortige Befreiung der Larven aus dem Verdauungsmedium mit nachfolgender Spülung derselben erzielt.

Während der gesamten Versuchsdauer konnten bei keinem Tier klinische Symptome festgestellt werden. Auch war der pathologisch-anatomische Schlachtbefund bei allen Tieren ohne Auffälligkeiten, mit Ausnahme von Schwein Nr. 160, bei dem sich Askariden angesiedelt hatten.

Die Titerverlaufskurven der einzelnen Schweine, die sich aus der indirekten Fluoreszenzserologie ergeben haben, sind gruppenweise in den Abbildungen 4 bis 6 zusammengestellt und enden mit dem Zeitpunkt der Schlachtung.

Von den 5 Schweineseren der Infektionsgruppe I (50 Larven) waren 3 Seren (Nr.151, 160 und 165) in der IFAT negativ, wogegen Serum Nr.152 einen zweifelhaften und Serum Nr.1 einen positiven Titer von 1:4 nach 4 bzw. 5 Wochen aufwiesen (Tab.3).

Abb.3 zeigt die Antikörpertiter der Infektionsgruppe II (150 Larven). Das Schwein Nr.155 ist wegen fehlender serologischer Reaktion bis zur Schlachtung 4 Wochen p.i. nicht aufgeführt. Antikörper konnten frühestens 3 Wochen p.i. (Nr.166), spätestens aber 7 Wochen p.i. (Nr.154) nachgewiesen werden, wobei das Serum Nr.154 mit seinem maximalen

Titer von 1:32 den höchsten Gruppenwert darstellt. Demgegenüber liegt im Serum Nr.166 mit 1:8 der niedrigste Maximaltiter vor. Bei 3 Schweinen (Nr.2, 153 und 154) wurden Trichinellen-Invasionen 4, 5 bzw. 6 Wochen p.i. jeweils eine Woche vor dem sicheren Nachweis von Antikörpern durch einen zweifelhaften Titerbeginn angedeutet.

Die Titerverläufe der Schweine Nr.3, 158, 157 und 167 aus der Infektionsgruppe III (500 Larven) veranschaulicht die Abb.4.
Die Möglichkeit des Nachweises von ersten Antikörpern bei diesen Tieren war innerhalb von 2 bis 5 Wochen p.i. gegeben (Nr.167 bzw. 158). Der höchste Titer dieser Gruppe liegt bei 1:128 (Nr.157). Die Titerkurve des Schweines Nr.167 erreicht erst, abweichend von den anderen Kurven, nach 14 Wochen ihren Spitzenwert. Bei zwei Tieren kündigen zweifelhafte Titer jeweils eine Woche vor den eindeutig positiven Ergebnissen das Haften der Infektionen an. Bei Schwein Nr.156 ließen sich Antikörper bis zur Schlachtung 4 Wochen p.i. in der IFAT nicht nachweisen.

Mit der hohen Infektionsdosis von 1 500 Larven pro Tier sind in Abb.5 die Titer der Antikörper von Infektionsgruppe IV wiedergegeben. Sämtliche Schweineseren enthielten 3, überwiegend 4, spätestens 5 Wochen p.i. fluoreszenzserologisch nachweisbare Antikörper. Maximale Titer lagen bei den Schweinen Nr.159 und 168 mit 1:128 vor. Den niedrigsten Antikörper-Maximaltiter hatte 4 Wochen p.i. Schwein Nr.4 mit 1:32, das allerdings zur selben Zeit geschlachtet wurde. 3 Seren deuten auch hier eine Woche vor den sicher nachzuweisenden Antikörpern das Vorhandensein von Trichinellen in den Tieren an.

Die Titerverlaufskurven der Einzeltiere in den verschiedenen Gruppen wurden durch die Errechnung ihrer Mittelwerte zu jeweils einer Gruppenkurve vereinigt und zusammen mit der Kurve des höchstinfizierten Tieres Nr.1687 (20 000 Larven) in Abb. 6 vergleichend dargestellt.
Der Titerverlauf der Gruppe IV (1 500 Larven) beginnt

4 Wochen p.i. mit einem steilen Anstieg, gipfelt mit dem Titer von 1:64, um sich dann durchschnittlich zwischen den Titerhöhen von 1:32 und 1:64 zu bewegen. Ebenfalls 4 Wochen p.i. setzt die Titerkurve der Gruppe III (500 Larven) ein. Nach verhaltenem Anwachsen erreicht sie 8 Wochen p.i. mit gleichfalls 1:64 ihre Spitze und verläuft dann zwischen den Titern von 1:16 und 1:32. Eine Woche später (5 Wochen p.i.) beginnt die Titerkurve der Gruppe II (150 Larven), erlangt dann maximal eine Höhe von 1:16 und hält sich schließlich fast konstant auf der Ebene von 1:8.
Ein Antikörpergehalt bei Schwein Nr.1687 war 2 Wochen p.i. fluoreszenzserologisch nachweisbar, der 11 Wochen p.i. mit dem Titer von 1:128 seinen höchsten Wert erreichte.

In Tab. 3 ist die Höhe des Anfangs- sowie des Maximaltiters der Fluoreszenzserologie mit den Ergebnissen der Trichinoskopie zu bestimmten Schlachtzeiten vergleichend aufgeführt.
Danach ließen sich bei 2 Schweinen (Nr.152 und Nr.1) der Gruppe I (50 Larven) Trichinellen trichinoskopisch nachweisen. Die übrigen 3 Tiere erwiesen sich auf diesem Nachweisweg als frei von dem Parasiten.
Sämtliche Schweine der Gruppen II bis IV (150 bis 1 500 Larven) enthielten Trichinellen in ihren Zwerchfellpfeilern. Das negative Kontrollschwein Nr.1679 war in allen Proben negativ.
Besonders wird hier nocheinmal darauf verwiesen, daß trichinoskopisch 10 x 14 = 140 haferkorngroße Muskelstückchen aus den Zwerchfellpfeilern von jedem Tier untersucht wurden. Diese Zahl entspricht dem Zehnfachen der für die Trichinenschau gesetzlich vorgeschriebenen Proben.

Um Aufschluß über die Verteilung der Trichinellen im Tierkörper zu gewinnen, wurden zusätzlich verschiedene Muskelgruppen trichinoskopisch untersucht. Die hieraus ermittelten Trichinenfunde sind in Tab.4 enthalten.
Danach befanden sich neben der Muskulatur der Zwerchfellpfeiler als Hauptbefallsort die Larven in absteigender

Reihenfolge in der Zungen-, Bauch-, Kau- und Hinterschenkelmuskulatur. Das Herz erwies sich stets als frei von diesen Parasiten.

Im negativen Kontrollschwein Nr.1679 konnten weder in den Zwerchfellpfeilern noch in anderen Muskelpartien Larven mit dem Trichinoskop nachgewiesen werden.

Die Untersuchung der 50 aus dem hiesigen Schlachthof gewonnenen Schweineseren verlief in der IFAT negativ.

Tab. 3

RESULTATE der **IFAT** und der **TRICHINOSKOPIE** bei verschieden stark mit Trichinella spir. infizierten Schweinen

Gruppe	Schwein Nr	Larven-Infektionsdosis	Geschlecht	Alter zu Versuchsbeginn Wochen	Ø KGW kg	Schlachttermine Wochen p.i. 4	5	12	18	21	Schlachtgewicht kg	FLUORESZENZ-SEROLOGIE erster IFAT Titer Wo p.i.	Hohe	max IFAT Titer		TRICHINOSKOPIE gefundene Larven der PROBEN *) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
	152	50	♂	14	28,5	s					48,0	4	(1:2)	-	+	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	1	50	♀	8	10,5		s				21,0	5	1:4	1:4	+	2	0	2	3	2	1	1	1	1	2	15
I	151	50	♀	14	28,5			s			62,5	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	160	50	♂	14	28,5				s		88,0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	165	50	♀	10	13,0					s	55,7	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	155	150	♂	14	28,5	s					37,5	-	-	-	+	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	4
	2	150	♂	8	10,5		s				18,6	5	1:8	1:8	+	2	4	11	14	1	6	1	2	7	8	56
II	154	150	♀	14	28,5			s			60,5	7	1:8	1:32	+	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	153	150	♀	14	28,5				s		87,5	6	1:2	1:16	+	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	7
	166	150	♂	10	13,0					s	62,5	3	1:2	1:8	+	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
	156	500	♀	14	28,5	s					38,2	-	-	-	+	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	6
	3	500	♂	8	10,5		s				18,0	4	1:4	1:4	+	3	8	11	12	11	6	5	10	15	14	96
III	158	500	♂	14	28,5			s			47,8	5	1:8	1:64	+	2	4	3	8	5	5	4	7	0	5	43
	157	500	♀	14	28,5				s		83,2	4	1:4	1:128	+	13	18	32	21	24	39	17	35	15	17	231
	167	500	♂	10	13,0					s	51,5	2	1:2	1:32	+	14	12	11	4	11	12	14	11	13	10	112
	169	1500	♂	14	28,5	s					42,7	4	1:4	1:4	+	16	8	18	14	29	2	10	4	0	13	114
	4	1500	♀	8	10,5		s				22,0	4	1:4	1:4	+	103	125	155	74	143	107	120	95	134	120	1176
IV	170	1500	♀	14	28,5			s			60,1	5	1:8	1:64	+	3	12	4	7	5	9	9	10	13	15	87
	159	1500	♀	14	28,5				s		86,0	4	1:4	1:128	+	25	25	25	17	23	18	22	31	23	11	220
	168	1500	♀	10	13,0					s	59,2	3	1:4	1:128	+	8	12	19	10	6	28	13	6	11	7	120
	1687	20000	♂	14	14,0			s			35,9	2	1:2	1:128	+	191	165	179	98	141	121	177	155	123	102	1452
	1679	0	♀	14	14,0					s	79,0	-		-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*) Eine Probe besteht aus 2 x 7 = 14 haferkorngroßen Muskelstuckchen aus beiden Zwerchfellpfeilern

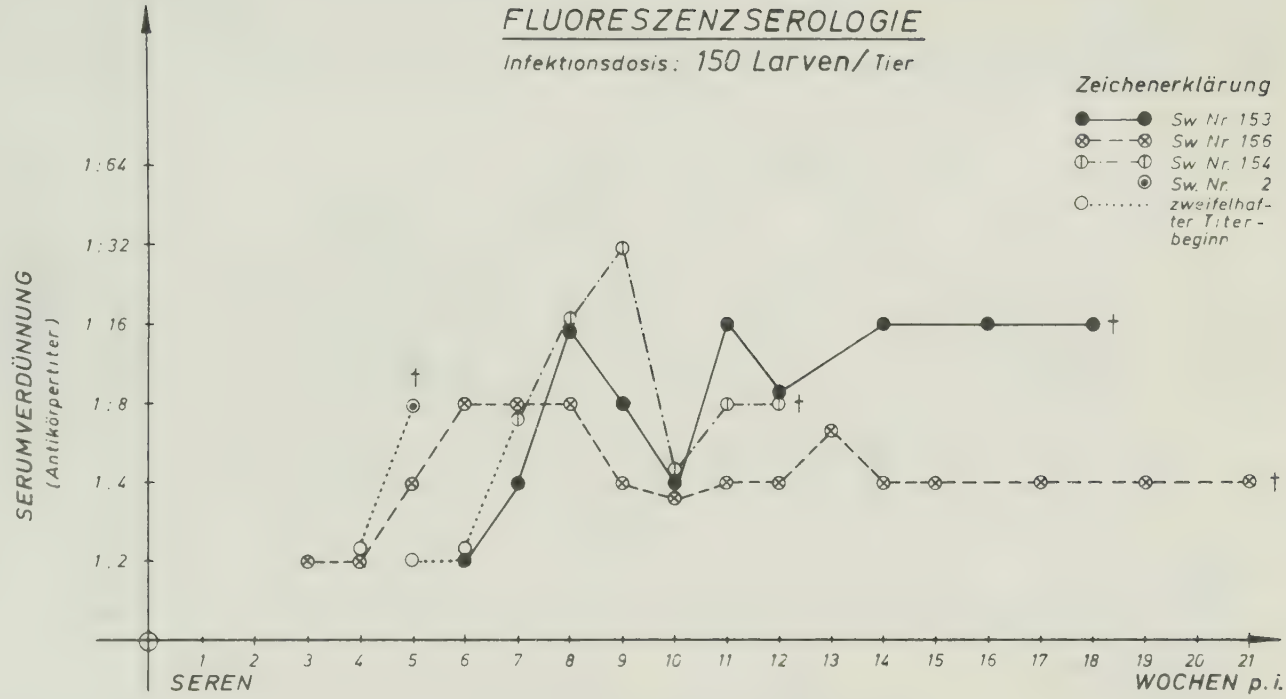
Tab. 4

TRICHINENFUNDE in verschiedenen Muskelgruppen

GRUPPE	SCHWEIN	TRICHINOSKOPIE PROBEN *)										SUMME
		Lingua		M.masseter		M rectus abd		M glut.max		Cor		
	Nr.	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
	152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
I	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	155	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
	2	1	1	0	0	2	1	1	2	0	0	8
II	154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	153	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	166	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	4	1	3	1	9	3	0	2	0	0	23
III	158	5	3	1	0	1	5	1	1	0	0	17
	157	35	41	11	6	8	4	2	8	0	0	115
	167	22	13	4	3	9	9	1	4	0	0	65
	169	3	5	1	1	2	1	0	1	0	0	14
	4	17	15	10	23	20	36	18	9	0	0	148
IV	170	7	5	0	2	5	3	3	2	0	0	27
	159	17	22	3	1	3	4	1	4	0	0	55
	168	44	35	2	7	8	8	9	8	0	0	121
	1687	235	133	58	62	100	98	65	55	0	0	806
	1679	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

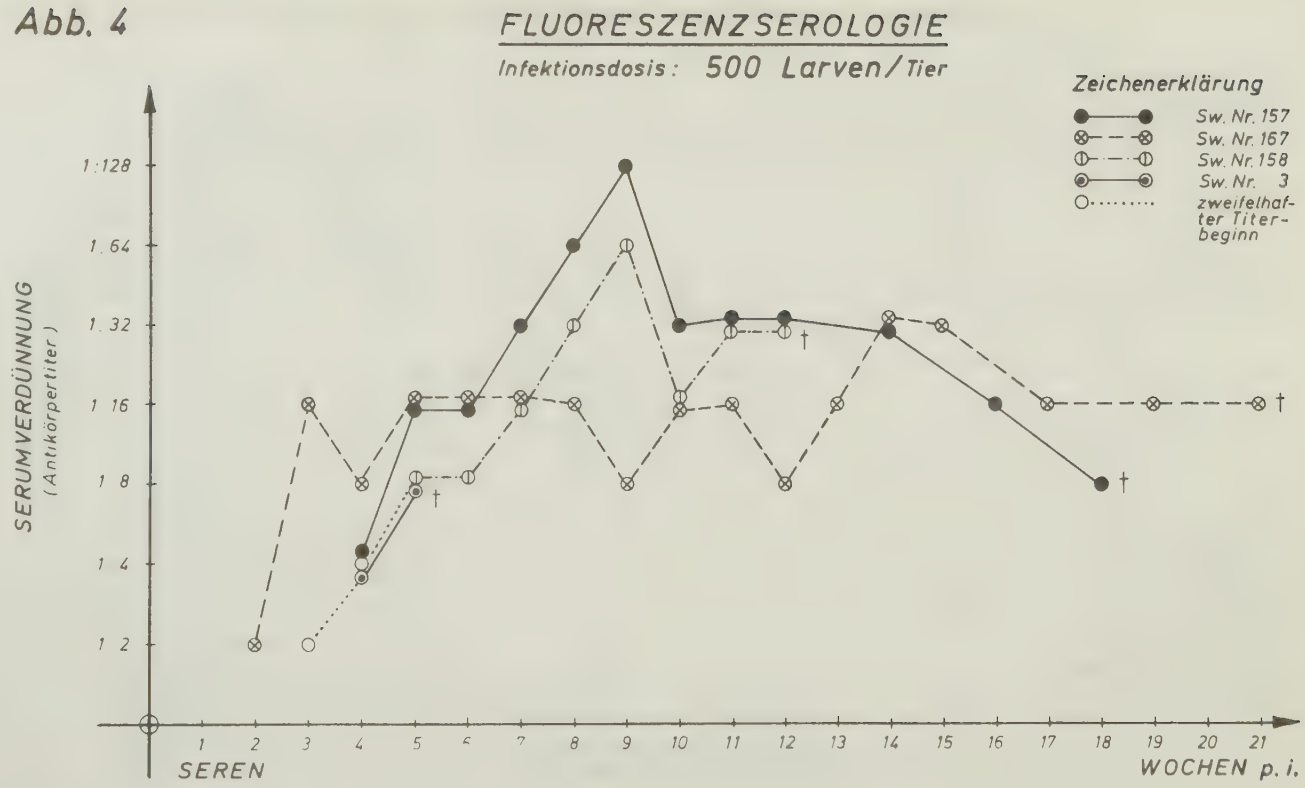
*) Eine Probe besteht aus 14 haferkorngroßen Muskelstuckchen

Abb. 3



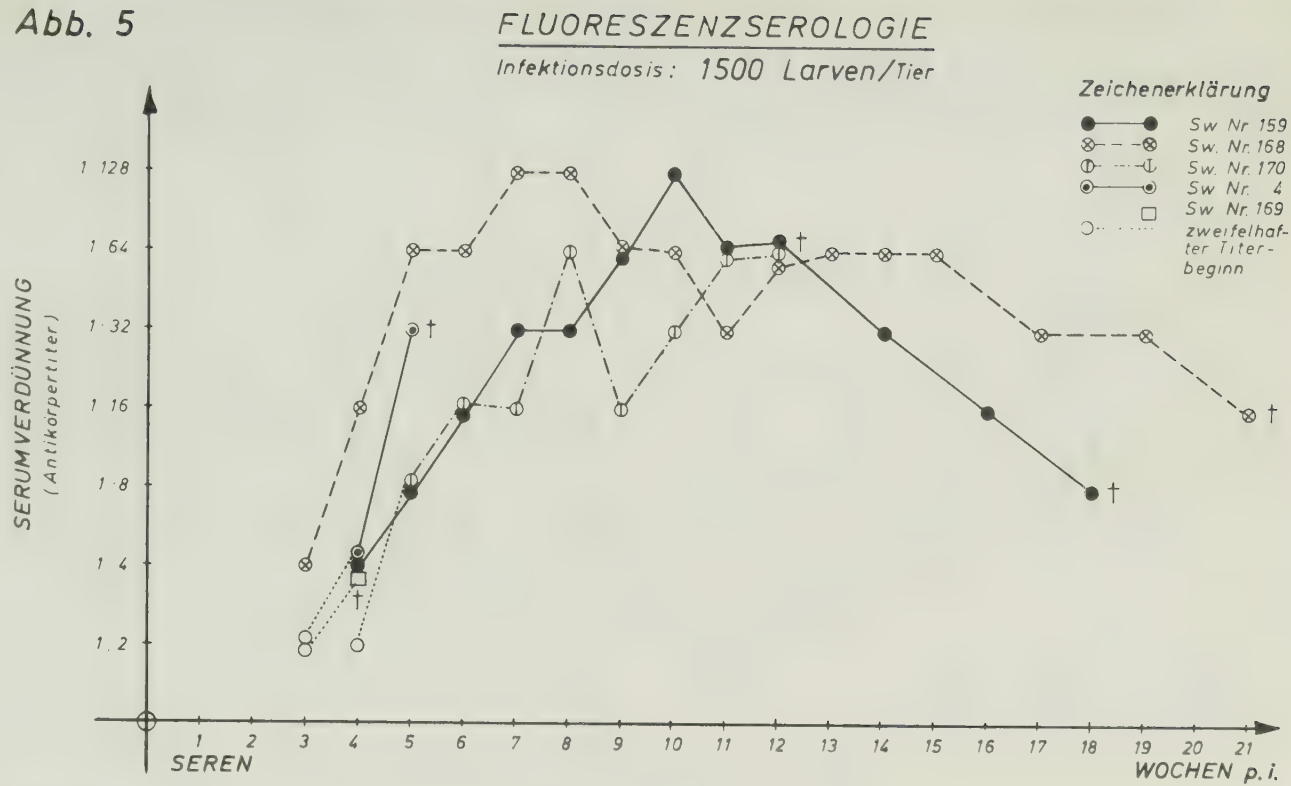
Titerverlaufskurven der Schweinegruppe II (Schwein Nr.155 zeigte keine serologische Reaktion)

Abb. 4



Titerverlaufskurven der Schweinegruppe III (Schwein Nr 156 zeigte keine serologische Reaktion)

Abb. 5

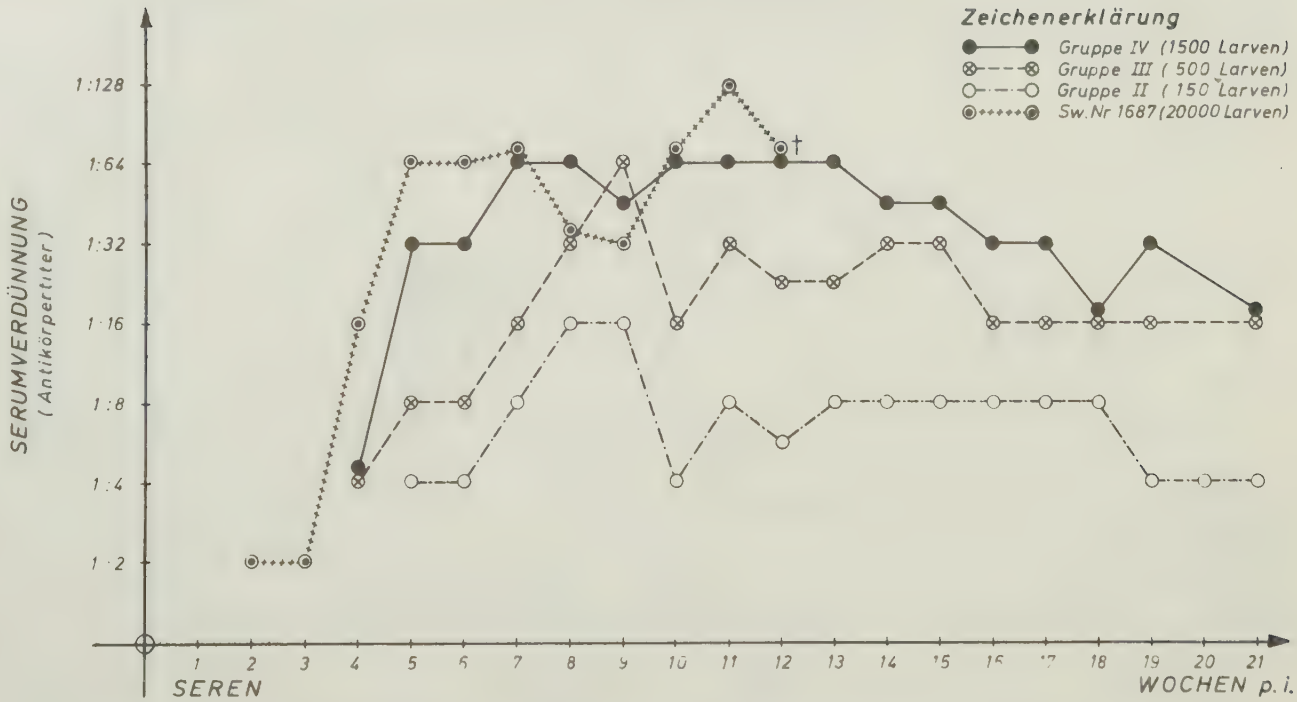


Titerverlaufskurven der Schweinegruppe IV

Abb. 6

FLUORESZENZSEROLOGIE

GRUPPENKURVEN



Vergleichende Darstellung der mittleren Titerverlaufskurven der Infektionsgruppen II, III und IV sowie Titerverlauf des Schweines Nr. 1687

D. Besprechung der Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit wurde der Antikörpergehalt im Blut von verschieden stark mit Trichinellen infizierten Schweinen mittels der indirekten Fluoreszenzserologie geprüft. Die Schlachtungen der Tiere erfolgten in Zeiten bestimmter Entwicklungsstadien der Parasiten, und die Ergebnisse der Indirekten Fluoreszenz-Antikörper-Technik wurden den ermittelten trichinoskopischen Befunden vergleichend gegenübergestellt.

Bei der allgemeinen Betrachtung der Titerkurven der einzelnen Schweine fallt zunachst auf, daß ihr Verlauf in mehrfacher Hinsicht Übereinstimmung zeigt. Nicht nur, daß sie innerhalb der Gruppen mehr oder weniger einheitlich erscheinen, sondern auch als Gruppenkurven miteinander verglichen, eine ähnliche Verlaufsform erkennen lassen (Abb. 6). Letztere unterscheiden sich hauptsachlich in ihrer unterschiedlichen Titerhöhe. Diese wiederum ist abhängig von der Größe der Infektionsdosis.

Andererseits verhalten sich einige Titerkurven einzelner Tiere aus verschiedenen Infektionsgruppen nahezu kongruent. Als Beispiel hierfür können die Tiere Nr.157 (500 Larven) und Nr.159 (1 500 Larven) dienen. Beide ergaben in ihrer tichinoskopischen Untersuchung 231 bzw. 220, also annahernd gleiche Trichinenfunde. Vergleicht man ferner ihre fluoreszenzserologischen Werte miteinander, so sind nur minimale Differenzen feststellbar. Es scheint demnach, als würde die effektive Zahl der zur Ansiedlung im Körper gelangenden Jungtrichinellen in Verbindung mit der natürlichen Resistenzlage des Organismus ebenfalls verantwortlich für die Ausbildung des Antikörpers sein.

Abgesehen von der unterschiedlichen Titerhöhe laßt sich aus den vorliegenden Ergebnissen eine Abhangigkeit des Kurvenverlaufes nicht unmittelbar ableiten. So ergibt sich übereinstimmend in fast allen Infektionsgruppen ein nahezu gleichartiger biphasischer Kurvenverlauf, der sich in einer

ersten Spitze um die 8. bis 9., einem Absinken zwischen der 10. bis 12. Woche p.i. und einem erneuten Anstieg 13 Wochen p.i. ausdrückt, um dann in fast konstanter Höhe bis zur Schlachtung der Tiere zu verharren. Bei hochinfizierten Tieren (1 500 und 20 000 Larven) tritt diese Verlaufsform 2 bis 3 Wochen früher in abgeschwächter Form in Erscheinung.

Eine weitere Korrelation besteht zwischen der applizierten Trichinellenzahl und dem Zeitpunkt des ersten Auftretens von Antikörpern im Blut. In der Regel sind diese 4, spätestens aber 5 Wochen p.i. bei Infektionsdosen von 500 bis 1 500 bzw. 150 Trichinellen je Tier mit der IFAT nachweisbar. Dieses Ergebnis stimmt mit den Befunden von SCHOLTENS et al. (1966) und SULZER et al. (1966) überein. Dagegen konnten RUITENBERG, KAMPELMACHER und BERKVENS (1967) Antikörper bei den Tieren, die mit je 500 Larven infiziert worden waren, erst 33 bis 40 Tage p.i. nachweisen. Bei sehr hohen Infektionsdosen ist somit frühzeitiger mit dem Auftreten diagnostizierbarer Antikörper zu rechnen. Besonders deutlich zeigt dies Schwein Nr.1687, das schon 2 Wochen p.i. fluoreszenzserologisch nachweisbare Antikörper hatte. Ein ähnliches Resultat erzielten SCHOLTENS et al. (1966) und SULZER et al. (1966). Letzterer konnte bereits 1 Woche p.i. Antikörper bei 2 mit je 100 000 Larven infizierten Schweinen feststellen.

Gleichzeitig zeigt sich, daß auch bei einmaliger Infektion der Gehalt von nachweisbaren Antikörpern im peripheren Blut für mehrere Monate bestehen bleibt. Nachdem KOZAR und KOZAR (1968) beim Menschen sogar noch 19 Jahre nach einer Trichinelleninfektion mit Hilfe der IFAT Antikörper nachweisen konnten, liegt aufgrund der vorliegenden Ergebnisse die Vermutung nahe, daß auch beim Schwein Antikörper über einen längeren Zeitraum - bis zur Schlachtreife nach 5 - 6 Monaten, möglicherweise auch noch darüber hinaus - diagnostizierbar sind.

Weiterhin wird aus den dargelegten Untersuchungsbefunden deutlich, daß ein sicherer Antikörpernachweis mit Hilfe der IFAT erst bei Infektionsdosen von 150 Larven ab sicher gelingt. Als Ausnahme hiervon sind lediglich das Ergebnis bei

Schwein Nr.1 (50 Larven) (Tab.3) anzusehen.

Sehr große Schwierigkeiten bereitet der Nachweis, ob geringgradige Infektionen z.B. mit 50 Larven angegangen sind oder nicht.
Aus dem negativen Ausfall der trichinoskopischen wie auch der fluoreszenzserologischen Untersuchung kann nicht unbedingt der Schluß gezogen werden, daß die Infektion nicht angegangen ist. Durch das wahrscheinlich nur vereinzelte Auftreten von Larven in der Muskulatur werden einerseits der trichinoskopische Nachweis und andererseits die Fluoreszenzserologie aufgrund eines zu geringen Antikörperspiegels im hohen Grade unsicher.

Die vorliegenden Ergebnisse geben daher zur Schlußfolgerung Anlaß, daß sich Infektionen in dieser Höhe weder fluoreszenzserologisch noch trichinoskopisch mit einiger Sicherheit nachweisen lassen. Der in diesem Zusammenhang aus dem Rahmen fallende Befund des Schweines Nr.1, bei dem in 9 von 10 untersuchten Proben Larven gefunden wurden, reicht nicht zum Beweis des Gegenteils aus, zumal alle Tiere gleichwertiges Infektionsmaterial erhielten und die Aufnahme desselben völlig sichergestellt war.
Bezüglich der Frage, ob schwache Infektionen gehaftet haben oder nicht, könnte die Verdauung von großen Fleischmengen bzw. des ganzen Tierkörpers eine verläßliche Antwort geben.

Auch in der nächsthöheren Infektionsstufe von 150 Larven pro Tier erweist sich das direkte Nachweisverfahren als unsicher. Zwar wurden hier bei jedem Tier Larven gefunden, doch ist zu berücksichtigen, daß jeweils die 10-fache Menge der amtlich vorgeschriebenen Probenzahl zur Untersuchung gelangte. Dabei ergab sich, daß von Proben der 5 Schweine dieser Gruppe eine größere Anzahl keine Larven enthielt. Lediglich Schwein Nr.2 wies in allen 10 Proben Trichinellen auf. Demgegenüber zeigten bei Schwein Nr.153 nur 7, bei Schwein Nr.155 nur 3 und bei den Schweinen Nr.154 und 166 jeweils nur 1 Probe ein positives Ergebnis.

Diese beiden ersten Infektionsstufen umfassen somit jene Fälle, die TRÜB und GAASE (1951), STRUCK (1959), LANGPAP (1961) und SLADKI (1963) als den Prozentsatz von schwachinvadierten Tieren charakterisierten, die unbeanstandet in den Verkehr gelangen könnten.
Demgegenüber lieferte die IFAT bei 4 Tieren (Nr.2, 154, 153 und 166) spätestens 7 Wochen p.i. einwandfrei positive Resultate. Das Schwein Nr.155 konnte wegen seiner Schlachtung 4 Wochen p.i. fluoreszenzserologisch noch nicht erfaßt werden (Tab. 3).

In den höheren Infektionsgruppen (500 bzw. 1 500 Larven pro Tier) erwiesen sich die Fluoreszenzserologie und die Trichinoskopie als annähernd gleichwertig und zuverlässig. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu den Versuchen von RUITENBERG et al. (1967), die bei 2 von 4 mit je 500 Trichinellen infizierten Tieren keine Larven trichinoskopisch in 56 Präparaten von Zwerchfell und Zunge nachweisen konnten. Auch hier ist jedoch zu berücksichtigen, daß schon das Auftreten vereinzelter negativer Proben - wie sie bei Schwein Nr.158, mehrfach bei Schwein Nr.156 und sogar bei dem Tier Nr.169 (1 500 Larven) vorliegen - eine gewisse Gefahr in sich birgt. Derartige Tiere können ebenfalls unerkannt die Untersuchung durchlaufen, wenngleich die Wahrscheinlichkeit, auf negative Proben zu stoßen, hier äußerst gering zu sein scheint.

Da die Fluoreszenzserologie noch 4 Wochen p.i. (besonders in den Infektionsgruppen I und II) überwiegend zweifelhafte bzw. negative Ergebnisse aufwies, wurde eine zweite Schlachtung nach 5 Versuchswochen - je ein Tier aus einer Gruppe - angeschlossen. Auf diese Weise war es möglich, sichere positive Befunde in der IFAT der kritischen Phase der Trichinoskopie (Wandertrichinellen) gegenüberstellen zu können. Diesbezüglich auffällige Ergebnisse, d.h. eine evtl. zu erwartende wesentlich geringere nachweisbare Larvenzahl, konnten nicht festgestellt werden, sondern im Gegenteil stellten sich gerade zu diesem Zeitpunkt die höchsten trichinoskopischen

Funde (Nr.1, 2 und 4) ein (Tab.3). Diese sind jedoch als Ausnahmefälle anzusehen und verdienen, besonders beachtet zu werden.

So äußerte sich der hohe Trichinellenbefall bei dem niedriginfizierten Schwein Nr.1 (50 Larven) dahingehend, daß bei ihm Immunkörper 5 Wochen p.i. sicher nachweisbar waren.

Eine mögliche Erklärung für die extrem hohe Larvenansiedlung in der Muskulatur dieser Schweine bietet das niedrige Alter der Tiere (8 Wochen) zu Beginn des Versuches. Die allgemein bekannte Tatsache, daß der jugendliche Organismus aufgrund einer noch fehlenden Altersimmunität relativ anfällig gegenüber Stressfaktoren ist, mag an den Extremwerten mitbeteiligt gewesen sein.

Ungewöhnliche Larvenfunde, wie sie WOLLSCHLÄGER (1941) und PÄHR (1961) nur in der Muskulatur des Bauches bzw. der Extremitäten gefunden hatten, konnten nicht beobachtet werden (Tab.4). Sofern Larven in den Zwerchfellpfeilern nicht ermittelt wurden, schien auch die übrige Muskulatur trichinenfrei zu sein.

Zur Klärung der Frage einer möglichen Kreuzreaktion zwischen Askaridenseren und Larvenantigen in der Immunofluoreszenz wurden solche Seren von Schweinen getestet, die nachweislich mit Askariden befallen waren. Zur Untersuchung standen hier 5 Seren von Schlachtschweinen und zusätzlich noch das Serum eines Tieres (Nr.160) aus der Infektionsgruppe I (50 Larven) zur Verfügung, das bei der Schlachtung einen hohen Askaridenbefall aufwies. Die mit diesen Seren erhaltenen eindeutig negativen Ergebnisse in der IFAT bewiesen die relativ hohe Spezifität der Reaktion.

Die Untersuchungen haben ergeben, daß die indirekte Fluoreszenzserologie im Vergleich zur Trichinoskopie ein ebenbürtiges Verfahren zum Nachweis von trichinösen Schweinen darstellt. Darüberhinaus erwies sich bei kritischer Betrachtung die fluoreszenzserologische Methode der trichinoskopischen Untersuchung sogar als leicht überlegen, wenn man die Ergeb-

nisse bei den mit 150 Larven infizierten Schweinen zugrunde legt.

In diesem Zusammenhang stellt sich zwangslaufig die Frage, ob der Trichinellengehalt in der Muskulatur des Schweines in diesem kritischen Infektionsbereich ausreicht, um den Menschen gesundheitlich zu gefährden. Hierzu sind folgende Überlegungen anzustellen:
Die durchschnittliche Summe der gefundenen Larven für 10 Proben der 4 fraglichen Schweine aus der Gruppe II (Nr.155, 154, 153 und 166) beträgt 14:4 = 3,5 Larven. 10 Proben à14 haferkorngroße Muskelstückchen wiegen im Durchschnitt 2,0 g. Es entfallen demnach auf 1 g Zwerchfellpfeiler 3,5:2 = 1,75 Larven. Die von LÖRENCZ und NEMESERI (1954) aufgestellte Zuverlässigkeitsgrenze der Trichinoskopie von einer Larve pro Gramm Muskulatur ware damit um 75,0% überschritten. Der in den vorliegenden Untersuchungen ermittelte Grenzwert der Nachweisbarkeit von 1,75 Larven/g würde nach PROST (1960) und BRANDLY und KURTISHAW (1965) für die Entstehung einer klinisch manifesten Trichinellose des Menschen ausreichend sein. Nach den Angaben dieser Autoren wird die hierfür notwendige Trichinenmenge mit einer Larve pro Gramm Muskulatur angegeben. Etwa von der gleichen Größenordnung sprechen JUNACK (1913/14) und SCHMID (1957), wenn sie 50 Trichinellen als ausreichend ansehen, um beim Menschen eine Larveninvasion hervorrufen zu können.

Abgesehen von anderslautenden klinischen Minimaldosen, die NEMESERI (1960) mit 2 000 und KAMPELMACHER (1965) mit 1 000 aufgenommenen Larven festlegten, muß für eine Beantwortung dieser Frage berücksichtigt werden,

1. daß die durchschnittliche Larvenzahl, die aus den Zwerchfellpfeilern ermittelt wurde, unter Einbeziehung der Trichinenfunde sämtlicher Muskelgruppen weitaus geringer sein und somit unter der kritischen Grenze von einer Larve pro Gramm liegen würde,
2. daß der Verzehr von roher Muskulatur der Zwerchfellpfeiler durch den Menschen insofern vom Gesetz

verhindert werden soll, als die Hackfleisch-Verordnung vom 16.Juli 1965 in § 9, Ziff.4 vorsieht, daß Hackfleisch, Schabefleisch und zubereitetes Hackfleisch, das ganz oder teilweise unter Verwendung von Kopffleisch, Zwerchfellmuskulatur, Dünnung oder Knochenputz hergestellt ist, als verfälscht und auch bei Kenntlichmachung als vom Verkehr ausgeschlossen gilt,

3. daß die Anzahl von 4 Schweinen für eine derartige bedeutende Aussage als Berechnungsgrundlage als zu gering erscheint.

Nach den vorliegenden Untersuchungen muß unabhängig von einer Bewertung die Zuverlassigkeit der Trichinoskopie in den niedrigsten Infektionsgruppen als nicht ausreichend angesehen werden. Andererseits dürfte die stetige Abnahme der Trichinellose bei Mensch und Tier in Deutschland seit der Einführung der obligatorischen Trichinenschau eindeutig für das gesetzlich vorgeschriebene Verfahren sprechen, was auch von SCHÖNBERG (1955), WAGEMANN (1966) u.a. immer wieder betont worden ist.

Die Indirekte Fluoreszenz-Antikörper-Technik ist zwar ein sensitives und spezifisches Nachweisverfahren für die Trichinellose bei Schweinen, doch scheidet sie als routinemaßige Untersuchungsmethode jedes einzelnen Schlachtschweines wegen ihres zu hohen Kosten-, Zeit- und Personalaufwandes aus.

Es bleibt die Frage offen, ob die IFAT nach dem Vorschlag von KAMPELMACHER et al. (1967) in den Ländern, in denen die Trichinellose nur noch vereinzelt auftritt, also auch in Deutschland, auf der Basis statistisch verantwortlicher Stichproben eine "permanente" Trichinenkontrolle anstelle der Trichinoskopie darstellen kann und als solche vertretbar ist.

F. Zusammenfassung

1. 20 Schweine wurden in 4 Gruppen à 5 Tiere mit je 50, 150, 500 und 1 500 Trichinellen-Larven oral infiziert. Ein weiteres Schwein erhielt eine Dosis von 20 000 Larven.

2. Wöchentlich wurde den Tieren bis maximal 5 Monate p.i. Blut entnommen.

3. 4, 5, 12, 18 und 21 Wochen p.i. erfolgte die Schlachtung von jeweils einem Tier aus einer Gruppe (4 Tiere).

4. Die Ergebnisse der indirekten Fluoreszenzserologie wurden vergleichend den Trichinenfunden in der Trichinoskopie gegenübergestellt.

5. Die IFAT erweist sich als ein sehr sensitives und spezifisches Nachweisverfahren für die Trichinellose des Schweines, das in der Regel die Antikörper 4 bis 5 Wochen p.i. anzeigt. Ein sicherer Antikörpernachweis gelingt mittels der IFAT bei mit 150 Larven und höher infizierten Schweinen über längere Zeiträume (mindestens 5 Monate).

6. Die Trichinoskopie verspricht ab der Infektionsstufe von 500 Larven pro Tier eine sichere Nachweismöglichkeit. Somit erweist sich die IFAT der Trichinoskopie in ihrer Nachweisempfindlichkeit als leicht überlegen.

7. Kreuzreaktionen mit 6 Askaridenseren wurden in der IFAT nicht festgestellt.

8. Der Einführung der IFAT als routinemäßiger Ersatz für die gesetzlich vorgeschriebene Trichinenschau stehen ihr hoher Zeit-, Kosten- und Personalaufwand entgegen.

9. Die relative Unzuverlässigkeit der Trichinoskopie bei schwachinvadierten Schweinen (Empfindlichkeitsgrenze etwa bei 150 verabreichten Larven!) scheint keine gesundheitliche Gefahr für den Menschen zu bedeuten. Hierfür sprechen die stetig abfallenden Zahlen der Trichinenfunde bei Mensch und Tier in Deutschland seit der Vornahme der amtlichen Trichinenschau.

10. Die Frage, ob es zu verantworten ist, die IFAT auf der Grundlage statistisch errechneter Stichproben im Sinne von KAMPELMACHER (1967) als Trichinellenkontrolle einzusetzen, wird zur Diskussion gestellt.

Herrn Prof. Dr. Günther B e r g m a n n danke ich für die Bereitschaft zur Übernahme dieser Arbeit und für das große Interesse, das er dieser Thematik entgegengebracht hat.

Herrn Ltd. Dir. und Prof. Dr. Dieter G r o ß k l a u s gilt mein besonderer Dank für die Überlassung des Themas, die Bereitstellung eines Laboratoriumplatzes in der Abteilung für Veterinärmedizin des Bundesgesundheitsamtes und die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeiten.

Ebenso bin ich Herrn Dr. Günter K ö h l e r im Laboratorium für Parasitologie der Abt. für Veterinärmedizin für seinen jederzeit gewahrten Rat und die Anleitung bei der Durchführung der Versuche und der MTA Frau Helga K n o r r für ihre Hilfe dankbar.

G. Literaturverzeichnis

1. BALDELLI, B., FRESCURA, T. e GIALETTI, L.: L'immunofluorescenza nella diagnosi della trichinosi sperimentale e umana. (1968) Mittlg.d.XXII.Versammlg.d.Ital.Ges. Vet.-med.Wiss., Grado, vom 26.-29.Sept.

2. BARATAWIDJAJA, R.K., HEWSON, A. and LABZOFFSKY, N.A.: Fluorescent antibody staining in the serodiagnosis of trichinosis. (1963) Canad.J.Microbiol. 9, 625 - 628.

3. BARTELS, H.: Ist eine Intensivierung der Trichinenschau erforderlich? (1952) Fleischwirtsch., 32, 12 - 13.

4. BARTELS, H.: Trichinenschau in Dänemark. (1953) Fleischwirtsch., 33, 63.

5. BARTELS, H.: Die Untersuchung der Schlachttiere und des Fleisches. (1968) Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.

6. BERGMANN, G. u. SIELAFF, H.: Eine Vergleichsstudie der zur Feststellung von Trichinen bisher entwickelten Trichinoskope. (1956) Mhefte.Vet.Med., 11, 348 - 349.

7. BESSONOV, A.S.: On the diagnosis of trichinellosis. (1964) Veterinariya, 41, 85 - 86.

8. BESSONOV, A.S.: Kombinierte Anwendung verschiedener immunologischer Reaktionen zur Diagnose der Trichinose. (1968a) Ref.Vet.Bull., 38, 102.

9. BESSONOV, A.S.: Diagnosis of porcine trichinellosis with Card Charcoal Agglutination. (1968b) Wiad.Parazytol, 14, 437 - 447.

10. BLENDINGER, W.: Über das Zustandekommen einer Trichineninfektion. (1968) Bayr.Tierärztebl., 19, 250.

11. BLOOMFIELD, N. and SNOOK, G.W.: Use of Slide-Latex test for detecting trichinosis in hogs. (1962) Cornell Vet., 52, 569 - 581.

12. BMGes : Trichinenfunde bei der Auslandsfleischbeschau. (1968) Zusf.Mittlg.der Jahre 1962 - 1966.

13. BORCHERT, A.: Lehrbuch der Parasitologie für Tierärzte. (1962) 3.Aufl., Verlag S.Hirzel, Leipzig.

14. BOUVIER, G. u. HÖRNING, B.: Trichinenfunde für die (1968) Jahre 1965 - 1968 in der Schweiz. Schweiz.Arch.Tierhk., 110, 622 - 624.

15. BRANDLY, P.J.: The control of trichinosis. (1962) Rep.4.Pan Amer.Congr.Vet.Med.Zootechn., Mexico City, Nov. 11 - 18.

16. BRANDLY, P.J. u. MURTISHAW, T.R.: Der heutige Stand der (1965) Trichinose in den USA. Fleischwirtsch., 45, 1164 - 1165.

17. CHANDLER, A.C. and READ, C.P.: Introduction to (1961) parasitology. Ed.10, John Wiley & Sons, Inc.,Publ., New York.

18. COONS, A.H., CREECH, H.J., JONES, R.N. and BERLINER, E.: (1942) The demonstration of pneumococcal antigen in tissues by the use of fluorescent antibody. J.Immunolog., 45, 159 - 170.

19. COST, A.: Diagnostische Methoden bei der Trichinose (1951) mit besonderer Berücksichtigung der künstlichen Verdauung. Vet.-med.Diss., Gießen.

20. ENGELBRECHT, E.: Diagnosis of recent and longstanding (1966) Trich.spiralis infections by means of the immunofluorescence tests. Ardh.Roum.Path.Ewp.Microbiol., 25, 831 - 848.

21. ERNST, M.: Immunität gegen Trichinen. (1957) Med.Diss., Frankfurt/Main.

22. GAASE, A.: Die Trichinoseforschung nach dem Schrift- (1942) tum der letzten Jahre. Dtsch.Milit.arzt, 7, 442 - 451.

23. GOULD, S.E.: Trichinosis. (1945) Verlag Charles C.Thoma, Springfield, Illinois, USA.

24. GROSSKLAUS, D.: Trichinenforschung im Rahmen der EWG- (1969) Ringuntersuchung. Mittlg.aus dem Bundesgesundheitsamt Abt. f.Vet.Med., Berlin (unveröffentlicht).

25. HEMMERT - HALSWICK, A. u. BUGGE, G.: Trichinen und (1934) Trichinose. Erg.allg.Path., 28, 313 - 318.

26. HENNEKEUSER, H.-H., PABST, K., POEPLAN, K. u. GEROK, W.: (1968) Zur Klinik und Therapie der Trichinose. Beobachtungen an 47 Patienten während einer Epidemie. Dtsch.med.Wschr., 93, 867.

27. HERMUS, G. u. STIER, R.: Verbesserte Trichinenschau zur (1963) Verhütung der Trichinose beim Menschen. Mhefte.Vet.Med., 18, 588 - 591.

28. HILL, C.H.: (1968) Light infections produced in swine dosed with 5 to 100 capsulated larvae of Trichinella spiralis. J.Parasitol., 54, 1235 - 1236.

29. HNOLIK, F.: (1947) Erfahrungen bei der Trichinenschau in Wien. Wien.tierärztl.Wschr., 34, 153 - 155.

30. HÖRNING, B.: (1962) Neue Trichinoseherde in der Schweiz. Schweiz.Arch.Tierhk., 104, 384 - 389.

31. HUNT, G.R.: (1967) Trichinella spiralis bei Hunden und Katzen. Ref.Vet.Bull., 38, 33.

32. JACKSON, G.J.: (1959) Fluorescent antibody studies of Trichinella spiralis infections. J.Inf.Dis., 105, 97 - 117.

33. JUNACK, M.: (1913/14) Wieviel Trichinen vermögen ein Schwein trichinös zu machen? Zschr.Fleisch-Milchhyg., 24, 73 - 74.

34. KABATNIK, J.: (1958) Trichinenfunde bei inländischen Schlachtschweinen. Schlacht-Viehhof-Ztg., 58, 311.

35. KAMPELMACHER, E.H.: Vortrag, 4.Symp. der W.A.V.F.A. in (1965) Lincoln/Nebraska/USA.

36. KAMPELMACHER, E.H., RUITENBERG, E.J. u. BERKVENS, J.: (1967) Untersuchungen über das Vorkommen von Trichinella spiralis bei Menschen in den Niederlanden. Fleischwirtsch., 47, 1119 - 1120.

37. KAMPELMACHER, E.H. and STREEFKERK, C.W.: Experiments (1965) with a Latex-slide test for the serodiagnosis of trichinosis. Wiad.Parazytol., 11, 317 - 326.

38. KASECKER, H.: (1951) Über Geschichte und Bekämpfung der Trichinose. Vet.-med.Diss., München.

39. KATHE, J. u. PETERS, F.: Über die Trichinose und ihren Nachweis, unter besonderer Berücksichtigung der immunbiologischen Verfahren. (1943) Zschr.Immunforschung, 103, 1 - 46.

40. KELCH, F.: Über die Trichinose in den USA. (1961) Fleischwirtsch., 41, 416 - 417.

41. KENT, N.H.: Seminar on immunity to parasitic helminths. V. Antigens. (1963) Exp.Parasitol., 13, 45 - 56.

42. KOLBE, F.: Neues über die Trichine. (1931) Zschr.Fleisch- Milchhyg., 41, 437 - 442.

43. KOLBE, F.: Neueres über die Trichine. (1940) Zschr.Fleisch- Milchhyg., 51, 277 - 283.

44. KOTLÁN, A.: Helminthologie. (1960) Verlag Ungar.Akad.Wiss., Budapest.

45. KOZAR, Z., KOLLOTO, B. u. WARDA, L.: Untersuchungen über die Trichinellose mittels des Intradermaltestes. II. Epidemiologische Untersuchungen im Gebiete Bialystock. (1958) Zbl.Bakt.I.Orig., 172, 175 - 183.

46. KOZAR, Z. and KOZAR, M.: Incidence of Trichinella spiralis in Polish population on the basis of post mortem examinations. (1965) Wiad.Parazytol., 11, 233 - 243.

47. KOZAR, Z. and KOZAR, M.: Dynamics and persistens of antibodies in trichinellosis. (1968) Wiad.Parazytol, 14, 171 - 185.

48. KOZAR, Z. and KURCIO, W.: Epidemiologic investigations on trichinellosis by means of allergic test in Miechow district, Cracov voivodeship. (1964) Wiad.Parazytol., 10, 739 - 746.

49. KOZAR, Z. and OGIELSKI, L.: Trichinellosis of pigs in Poland. (1964) Wiad.Parazytol., 10, 352 - 353.

50. LABZOFFSKY, N.A., BARATAWIDJAJA, R.K., KUITUNEN, E., LEWIS, F.N. and KAVELMAN, D.A., MORRISSEY, L.P.: Immunofluorescence as an aid in the early diagnosis of trichinosis. (1964) Canad.Med.Ass.J., 90, 920 - 921.

51. LAMINA, J.: Die Verbreitung der Trichinella spir. bei Mensch und Tier in der Welt. (1961) Dtsch.tierärztl.Wschr., 68, 268 - 274.

52. LAMINA, J.: (1963) Die Weltverbreitung der Trichine und Möglichkeiten einer chemotherapeutischen Bekämpfung. Wien.tierärztl.Mschr., 50, 981 - 995.

53. LANGPAP, A.: (1961) Trichinenfunde bei inländischen Schweinen. Schlacht-Viehof-Ztg., 61, 231.

54. LEHMENSICK, R.: (1962) Gegenwartsprobleme der Trichinellose-Forschung. Zschr.Parasitenkd., 22, 85 - 86.

55. LEHMENSICK, R.: (1964) Die Trichinellose in Europa. Proc.I.Inter.Congr.Parasitol., Roma, 2, 661 - 662.

56. LEIDY, J.: (1846) Remarks on trichina. Proc.Acad.Anat.Sci.,Philadelphia, 3, 107 - 112.

57. LENTZE, F.A.: (1949) Entwicklung, Epidemiologie und Bekämpfung der in Deutschland vorkommenden menschlichen Helminthosen. Zbl.Bakt., I.Orig., 194, 75 - 79.

58. LERCHE, M., BARTELS, H. u. KELCH, F.: (1961) In SCHROETER, A. u. HELLICH, M., Nr. 92.

59. LEUCKART, R.: (1860) Untersuchungen über Trichinella spiralis. Verlag C.F.Winter, Leipzig u. Heidelberg.

60. LÖRINCZ, F. u. NEMESERI, L.: (1954) Die Konservierungsverfahren der Fleischindustrie als Präventivmethode gegen Trichinose. Acta Vet.Acad.Sci.Hungar., 4, 73 - 75.

61. MANN, H.: (1963) Vergleichende Untersuchungen über das Kompressoriumsverfahren und die künstliche Verdauung zum Nachweis von Trichinen. Med.Diss., Frankfurt/Main.

62. MANZ, R.: (1968) Trichinoseepidemie in Diez, Vortrag, Fortbildungskursus des Senators für Arbeit, Gesundheit und Soziales für beamtete Tierärzte vom 5./6.Dez., Berlin.

63. MATOFF, K. u. KAMBUROV, P.: (1967) Versuche einer gekreuzten Immunität zwischen Trichinella spiralis und Ascaris suum. Zschr.Parasitenkd., 29, 130 - 136.

64. Le COY, O.R.: (1931) Immunity of rats to reinfection with Trichinella spiralis. Amer.J.Hyg., 14, 484 - 489.

65. MOST, H.: (1964) Changes in the epidemiology of trichinellosis in the United States during the past 25 years. Proc.I.Inter.Congr.Parasitol., Roma, 2, 660 - 661.

66. MOST, H. and HELPERN, G.: (1941) The incidence of trichinosis in New York City. Amer.J.med.Sci., 202, 251 - 257.

67. NAUMANN, G. u. WILDFÜHR, G.: (1965) Die Bedeutung der Immunofluoreszenz für die Serodiagnose von Infektionskrankheiten. Münch.med.Wschr., 107, 1384 - 1386.

68. NEMESERI, L.: (1960) Trichinellosis in Ungarn. Ref.Wiad.Parazytol., 6, 305.

69. N.N.: (1969) Die Trichinose in Amerika ist weit seltener geworden. Allg.Fleischerztg., Nr.92, v.2.8.

70. OLSEN, B.S., VILLELLA, J.B. and GOULD, S.E.: (1964) Distribution of Trichinella spiralis in muscles of experimentally infected swine. J.Parasitol., 50, 489 - 495.

71. OSTERTAG, R.v.: (1913) Handbuch der Fleischbeschau. Verlag F.Enke, Stuttgart.

72. OSTERTAG, R.v. u. SCHÖNBERG, F.: (1955) Lehrbuch der Schlachttier- und Fleischuntersuchung. 2.Aufl.Verlag F.Enke, Stuttgart.

73. PÄHR, J.: (1961) Über die Trichinenfunde bei Füchsen. Schlacht-Viehhof-Ztg., 61, 301 - 302.

74. PETRASCH u. GAASE, A.: (1951) Die Trichinose-Epidemie in Meschede in Westfalen im Herbst 1950. Ärztl.Wschr., 7, 296 - 297.

75. PIEKARSKI, G.: (1954) Lehrbuch der Parasitologie. Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg.

76. PROST, E.: (1960) Untersuchungen über den Wert der Trichinoskopmethode und der Verdauungsmethode beim Feststellen der Trichinose bei Schlachtschweinen. Arch.Lebensmittelhyg., 13, 223 - 225.

77. RASCHKE, E.: (1955) Ein Vergleich der Wirksamkeit deutscher und amerikanischer Maßnahmen zur Verhütung der menschlichen Trichinose. Tierärztl.Umsch., 10, 385 - 389.

78. RASCHKE, E.: (1956) Ein Vergleich der Wirksamkeit deutscher und amerikanischer Maßnahmen zur Verhütung der menschlichen Trichinose. Tierärztl.Umsch., 11, 357 - 360.

79. RIGGS, I.L. et al.: (1958) Isothiocyanate compounds as fluorescent labeling agents for immune serum. Amer.J.Path., 34, 1081 - 1097.

80. RUITENBERG, E.J., KAMPELMACHER, E.H. u. BERKVENS, J.: (1967) Die indirekte fluoreszierende Antikörpertechnik bei der Serodiagnostik von mit Trichinen (Trichinella spiralis) infizierten Schweinen. Fleischwirtsch., 47, 1220 - 1223.

81. SADUN, E.H., ANDERSON, R.I. and WILLIAMS, J.S.: (1962) Fluorescent antibody test for the serological diagnosis of trichinosis. Exp.Parasitol., 12, 424 - 433.

82. SCHMID, F.: (1942) Zur Methodik des Trichinennachweises in der Fleischuntersuchung. Zschr.Fleisch-Milchhyg., 52, 73 - 76.

83. SCHMID, G.: (1957) Postmortem inspection and judgement of parasite-infected carcasses. Meat Hyg., Geneva, Switzerland, WHO monograph series no., 33, 217 - 219.

84. SCHÖNBERG, F.: (1950) Über die Notwendigkeit der sorgfältigen Trichinenuntersuchung bei Hausschweinen und sonstigen Trichinenträgern. Lebensmitteltierarzt, 1, 70 - 71.

85. SCHÖNBERG, F.: (1951) Zur Frage der Invasionsfahigkeit junger, nicht eingekapselter Muskeltrichinellen. Lebensmitteltierarzt, 2, 45 - 48.

86. SCHÖNBERG, F.: (1955) Zit.n. OSTERTAG, R.V. u. SCHÖNBERG, F., Nr.72.

87. SCHOLTENS, R.G., KAGAN, I.G., QUIST, K.D. and NORMAN,L.G.: (1966) An evaluation of tests for the diagnosis in swine and associated quantitative epidemiologic observations. Amer.J.Epidem., 83, 489 - 500.

88. SCHOOP, G.: (1940/41) Derzeitiger Stand der Trichinellenfrage. Zschr.Fleisch-Milchhyg., 51, 315 u. 451.

89. SCHOOP, G. u. LAMINA, J.: (1964) Untersuchungen über einen eventuellen latenten Trichinellenbefall der westdeutschen Bevölkerung und die potentiellen Infektionsquellen. Proc.I.Inter.Congr.Parasitol., 1964 Roma, 2, 662 - 663.

90. SCHOOP, G., LAMINA, J. u. MORITZ, W.: Die Präzipitation (1969) an der lebenden Larve von Trichinella spiralis (Owen) als diagnostische Methode im Vergleich mit dem Ouchterlony-Verfahren. Zbl.Bakt.,I.Orig., 210, 121 - 134.

91. SCHOOP, G. u. SCHADE, M.: Der Fuchs als Verbreiter der (1939) Trichinose. Dtsch.tierärztl.Wschr., 47, 553 - 554.

92. SCHROETER, A. u. HELLICH, M.: Das Fleischbeschaugesetz. (1961) Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg.

93. SCHWARTZ, B.: Vorkommen, Bedeutung und Kontrolle der (1954) Trichinose. Fleischwirtsch., 34, 353 - 355.

94. SCHWONZEN, T.: Über Serumeiweißveränderungen bei Tri- (1951) chinose unter Berücksichtigung der Elektrophorese. Klin.Wschr., 29, 612 - 615.

95. SEIFERT, K.: Zit. n. LAMINA, J., Nr.51. (1930)

96. SHARP, A. and OLSEN, L.J.: Responses of isolated gut (1961) segments from nematode infected guinea pigs to homologous and heterologous antigens. J.Parasitol., 47, 16 (Suppl.)

97. SIEGEL, E.: Über den Zeitpunkt der Infektionsfähigkeit (1965) von Trichinella spiralis (Owen) im Tierexperiment. Vet.-med.Diss., Gießen.

98. SIELAFF, H.: Trichinenschau. (1962) VEB Verlag G.Fischer, Jena.

99. SLADKI, E.: Ist die Infektion mit Trichinen aus amtlich (1963) untersuchtem Schweinefleisch im Lichte der mathematischen Analyse der Bestimmungen der Fleischbeschau von Schweinefleisch möglich? Arch.Lebensmittelhyg., 14, 39 - 40.

100. STÄUBLI, C.: Zur Kenntnis der Verbreitung der Trichinen. (1909) Münch.med.Wschr., 56, 325 - 328.

101. STEIGLER, H.: Trichinenfunde bei Schweinen 1965. (1967) Fleischwirtsch., 47, 983.

102. STRÖBEL, H.: Die Serodiagnostik der Trichinosis. (1911) Münch.med.Wschr., 58, 672 - 674.

103. STRUCK, M.: Lehrbuch für Trichinenschauer. (1959) Verlag Paul Parey, Berlin.

104. SULZER, A.J.: Indirect fluorescent antibody tests for parasitic diseases. I.Preparation of stable antigen from larvae of Trichinella spiralis.
(1965) J.Parasitol., 51, 717 - 721.

105. SULZER, A.J., EMILY, S. and CHRISHOLM, B.S.: Comparison of the IFA and other tests for Trichinella spiralis antibodies.
(1966) Publ.Health.Rep., 81, 729 - 734.

106. TRAWINSKI, A.: Die Präzipitation in Agar, eine Untersuchungsmethode zur Feststellung der Anwesenheit von Larven der Trich.spiralis.
(1962) Ref.Ldw.Zbl., 8, 1743.

107. TRAWINSKI, A. u. MATERNOWSKA, J.: Über die Invasionsfähigkeit junger Muskeltrichinen.
(1933) Zbl.Bakt., I.Orig., 128, 328 - 331.

108. TRÜB, G.L.P. u. GAASE, A.: Eine Gruppenerkrankung und eine Epidemie an Trichinose und ihre Lehren für die Verhütung und Bekämpfung der Trichinose.
(1951) Arch.Hyg.Bakt., 3, 163 - 165.

109. WAGEMANN, H.: Fortfall der Trichinenschau?
(1966) Fleischwirtsch., 46, 841 - 846.

110. WOLLSCHLÄGER, P.: Genügt die Untersuchung der Muskeln des Zwerchfellpfeilers allein für ein einwandfreies Ergebnis der Trichinenschau?
(1941) Zschr.Fleisch-Milchhyg., 51, 272 - 274.

111. ZENKER, A.: Über die Trichinen-Krankheit des Menschen.
(1860) Virchows Arch.path.Anat., 18, 561 - 567.

112. ZIMMERMANN, W.J.: A pooled sample method for post-slaughter detection of trichiniasis in swine.
(1967) Proc.71. Ann.Meet.Unit.Stat.Livestock Sanitary Ass., 358 - 365.

113. ZIMMERMANN, W.J., STEELE, J.H. and KAGAN, I.G.: The changing status of trichiniasis in the U.S.population.
(1968) Publ.Health.Rep., 83, 957 - 966.

L e b e n s l a u f

Am 3. März 1944 wurde ich, Rainer L ö t z s c h , als Sohn des Maschinenbau-Ingenieurs und Feuerwerkers Kurt Lötzsch und seiner Ehefrau Ilse Lötzsch, geborene Hühne, in Brandenburg/Havel geboren.

Von 1951 bis 1957 besuchte ich die Lans-Schule (4. Grundschule) in Berlin-Dahlem und anschließend die Lilienthal-Schule (5.OWZ) in Berlin-Lichterfelde, wo ich im März 1964 die Reifeprüfung ablegte.

Vom Sommersemester 1964 an studierte ich an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin.

Im März 1966 bestand ich die Tierärztliche Vorprüfung und schloß, nachdem ich die dreimonatige Veterinärpraktikantenzeit bei Herrn Dr. G. W e s c h e in Lüchow/Dannenberg im Frühjahr 1968 absolviert hatte, mein Studium im April 1969 mit dem Staatsexamen ab.

Am 19. Juni 1969 erhielt ich meine Approbation als Tierarzt.

Seit dieser Zeit bin ich im Bundesgesundheitsamt (Max von Pettenkofer Institut), Berlin-Dahlem, im Laboratorium für Parasitologie der Abt. für Veterinärmedizin (Leiter: Ltd.Dir.und Prof.Dr. D.Großklaus) als Doktorand tätig.